ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

DIRECTOR: JOSE S. GANDOLFO

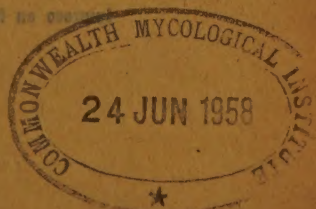
MARZO-ABRIL 1958 — ENTREGAS III y IV — TOMO CLXV

SUMARIO

BUENOS AIRES

AVDA. SANTA FE 1145

1958



SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

ADVERTENCIA. — Los colaboradores de los Anales son personalmente responsables de la tesis sustentada en sus escritos. Tienen derecho a la corrección de dos pruebas. Los que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos, deben solicitarla por escrito. Artº 10 del Reglamento de los "ANALES" (modificado por la J. D. en su sesión de fecha 4 de septiembre 1941). Los escritos originales destinados a la Dirección de los "Anales", serán remitidos a la Gerencia de la Sociedad, avenida Santa Fe 1145, a los efectos de registrar la fecha de entrega para luego enviarlos al señor Director. La Sociedad no tomará en consideración las observaciones de los autores que se refieran a cualquier anormalidad, si no se ha cumplido con el requisito indicado.

Impreso en los Talleres Graficos "TOMAS PALUMBO" - La Madrid 311-325 - Buenos Aires

ESTADO DEL CONOCIMIENTO GEOLOGICO EN ANTARTIDA

POR

I. RAFAEL CORDINI

(*Continuación*)

(140) KEMP, S. y NELSON, A. O. — The South Sandwich Islands, with a report on rock specimens by G. W. Tyrrel. *Discovery Reports*, Vol. III, págs. 133-198, 21 figs. XX lams., Cambridge University Press, Cambridge, 1931.

Contiene la historia del descubrimiento de las islas, descripciones de las mismas e itinerarios. La parte más importante del trabajo es el apéndice escrito por Tyrrell.

El grupo volcánico de las Sandwich del Sur es una cadena en la cual se encuentran:

I. Islas con actividad definida, emitiendo humo y vapores: Zavodovsky, Candlemas (esta fué vista por mí en erupción violenta durante la Campaña 1955-56), Bellingshausen, Saunders y Visokoi.
II. Islas sin actividad visible, pero con evidencias de calentamiento: Leskow, Vindicación y Montagu.
III. Islas glaciadas (probablemente los autores quisieron significar *englazadas*) sin signos de actividad ni calentamiento: Bristol, Cook y Thule.

En las escarpas de Punta Playa (isla Thule) Tyrrel pudo diferenciar lavas dacíticas con estructura fluidad bien desarrollada, andesitas con piroxeno rómbico monoclínico, y tobas andesíticas que probablemente representan la explosión final, posterior a la que produjo la efusión de las lavas andesíticas. Para la descripción de los basaltos andesíticos que junto con las escorias basálticas rojas forman el cuerpo principal de la isla, véanse las descripciones de Sesana y los análisis de Kotelnikov en la tercera parte de este trabajo.

Las dacitas se presentan como rocas verde grisáceas, rojizas o púrpura, compacta, con textura más bien hojosa indicadora de fluidalidad; no son porfíricas. Están compuestas por una masa de microlitas feldespáticas contenidas en una densa matriz criptocritalina.

Las microlitas están compuestas por oligoclasa. En la pasta, los únicos elementos identificables son algunos granos de óxido de hierro

y también algunos cristales muy pequeños, fuertemente birrefrigentes (augita?). Hay raros cristales de andesina (Ab_3 An_2).

En los cortes hay fragmentos de andesina olivínica de grano grueso. La pasta es vítrea y está parcialmente devitrificada como consecuencia de la formación de cuarzo y de material feldespático mal definido.

	1	A	B
SiO_2	69,45	67,71	66,39
Al_2O_3	14,20	14,65	17,62
Fe_2O_3	2,83	1,59	1,01
FeO	3,24	3,29	2,21
MgO	0,25	0,85	1,32
CaO	3,05	2,34	3,29
Na_2O	4,15	6,09	4,49
K_2O	1,51	1,99	2,13
H_2O^+	0,40	0,16	0,39
H_2O	0,60	—	—
TiO_2	0,15	1,00	0,33
P_2O_5	0,14	0,16	—
MnO	0,07	—	—
(Ni, Co)O	0	—	—
CO_2	0	—	—
S	V	—	—
	100,04	99,83	99,68

1. Dacita (dacitoide). Isla Thule.

A. Hialodacita (« Traquita ») de Isla Decepción según Washington, Analyses of igneous rocks, *U.S. Geol. Surv. Prof. Pap.*, 99, Washington 1917.

B. Dioríta curcífera; bloque extraído en un sondeo a los 70° de lat. sur, 81° long. W (París). Según Washington, *op cit.*

Las andesitas contienen hipersteno y augita, con poca olivina; hay algunas muestras que, por el aumento del último mineral, podrían denominarse andesitas olivínicas. Se presentan como rocas compactas y oscuras, a veces vesiculares; muestran numerosos fenocristales de plagioclasa hipersteno y augita, estando la pasta formada por unidades pequeñísimas de plagioclasa entremezclada con granos de piroxeno y de óxido de hierro. En conjunto la roca es altamente feldespática, de carácter andesítico, no basáltico.

(141) Klebelsberg, R. v. — « Neu-Schwabenland ». *Ergeb der Deutsch. Antarkt. Exped. 1938-39*

Sólo pude consultar un resumen aparecido en el *Bull. Geol. Soc.*

of America. En él se establece que « La región costera antártica comprendida entre los 10° W. y 10° E. ha sido llamada Neu-Schwabeland por la Expedición Alemana 1938-39. Es montañosa y está cubierta por hielo de inlandsis. Tiene carácter de plateau, con montañas de taludes muy empinados hacia los bordes ».

Esta región corresponde en parte a las costas de Bruce, de la Princesa Martha y de la Princesa Astrid. En el Mapa de la Zona Austral publicado por el Instituto Geográfico Militar de Argentina (1946), figura traducida como Nueva Suabia; en el del Laboratorio de Sedimentología de la Dirección Nacional de Minería (Cordini 1949), se la ha marcado con su nombre original, sin traducción.

(142) Kleeman, A. W. — « Schists and gneisses from the moraines ». Cape Denison, Adelie Land. *Australasian Antarct. Exped. 1911-14, Sci. Rep,.* Series A. Geology, Vol. IV, pt. 7, págs. 197-292, Sidney, 1940.

A los detallados trabajos de Glastonbury (1940), hay que agregar esta monografía de Kleeman en la que se describen rocas alteradas por metamorfismo regional.

Bajo los títulos de « rocas arcillosas », « rocas arcillosas alteradas por adición de volátiles », « arcillosas semicalcáreas » y « arenosas impuras » se consideran 37 rocas sedimentarias metamorfoseadas. El trabajo contiene además descripción de 41 rocas ígneas ácidas metamorfoseadas en la sección « milonitas y cataclastitas »; en estas rocas el aplastamiento ha sido acompañado por elevación de temperatura y por los consiguientes fenómenos de metamorfismo regional.

La intrusión de granitos durante el período de *stress* orogénico que siguió, dió como resultado la formación de *gneisses* graníticos (sin aplastamiento, por fluidalidad), y de rocas con turmalina. Por último, se describen 14 rocas de origen dudoso, incluyendo algunas granatíferas.

(143) Knetsch, G. — « Atlantis. (Zur Geologie des Südatlantischen Ozeans)». *Geol. Rundschau,* Vol. XXX, págs. 250-283, 3 figs., 2 mapas, Stuttgart, 1939.

(144) Knowles, P. H. — « Geology of Southern Palmer Peninsula, Antarctica ». *Proc. Am. Philosophical* Soc., Vol. 89, Nº 1, págs. 132-145, Philadelphia, 1945.

Es uno de los trabajos más completos que se han publicado sobre la geología de la Península Antártica. Entre otros, contiene los siguientes datos:

I. *Situación y geografía general de la Península.* Describe el carácter de la costa y de la plataforma interior, excepcionalmente llana en muchas partes, a la que asigna alturas variables entre 1.200 y 2.100 m; algunos picos aislados alcanzan a 3.600 m.

II. *Métodos de investigación.* Las colecciones, mapas y observaciones resultaron de visitas a lugares previamente seleccionados por medio de fotos aéreas.

III. *Geología general del Norte de la Península.* Aquí el autor cita a Taylor: Las rocas de la base consisten en gabbros intrusivos y granodioritas que poseen afinidades andinas y pertenecen al tipo Pacífico de rocas eruptivas. Por encima, hay principalmente esquistos viejos que aparecen en Georgia del Sur. Más arriba aún, en las Orcadas del Sur que pertenecen al mismo arco, encontró filocáridos y graptolitos ordovícicos. Al sudeste de Orcadas se ha extraído por dragado un fragmento de caliza Cámbrica con *Archaeocyathinea*.

Cubriendo estas rocas viejas, aparecen en la Península Antartica estratos mesozoicos plegados principalmente de Este a Oeste; en Bahía Esperanza, ellos contienen una rica flora jurásica que reposa sobre conglomerados gruesos. A su vez, los últimos recubren una arenisca con restos vegetales muy mal conservados.

Hacia el Sur se han coleccionado fósiles cretácicos (Nordenskjöld) en Snow Hill; en Seymour se encontraron fósiles cretácicos y terciarios, con hojas de *Araucaria* y *Fagus*, y en estratos marinos de edad oligocena o miocena se descubrieron huesos que fueron referidos a cinco géneros de pingüinos. En Cockburn, Anderson encontró un conglomerado de *Pecten*, probablemente plioceno.

IV. *Topografía de la parte Sur.* Resumiendo se tiene: relieve costero muy marcado, con montañas de faldeos casi verticales y *plateaus* que caen bruscamente hacia una infinidad de glaciares de piedemonte. La Península Antártica tiene un plateau general que se extiende de Norte a Sur, desde el cual se desprenden elevaciones y cadenas de montañas que se dirigen hacia el mar.

Varios surcos transversales extendidos entre el Bellingshausen y el Wedell han sido llamados «estrechos» (especialmente los de Stefannson y Casey), pero las elevaciones altas y el carácter movido del *terreno dentro de los mismos* son argumentos en contra de la existencia de tales estrechos.

En el Oeste de la Península hay surcos, o valles, que corren más o menos paralelamente a la costa. Uno de los mayores se extiende desde las cabeceras del fiordo Nenny hasta unos 84 km hacia el sur y termina en una cuenca (el Traffic Circle) de la que irradian otros cinco surcos.

Hacia el S. E. hay sierras altas que se extienden a lo largo de la costa del Weddell, por lo menos hasta los 70° de latitud Sur.

El relieve general de la región es el de una tierra montañosa en estado de madurez temprana de erosión glaciaria; son comunes las aristas y los valles en U.

V. *Geología general del Sur de la Península.* La parte Sur es un macizo central de rocas ígneas flanqueado, al Este y Oeste, por metamórficas que varían desde pizarras hasta gneisses. (Véase figura 6).



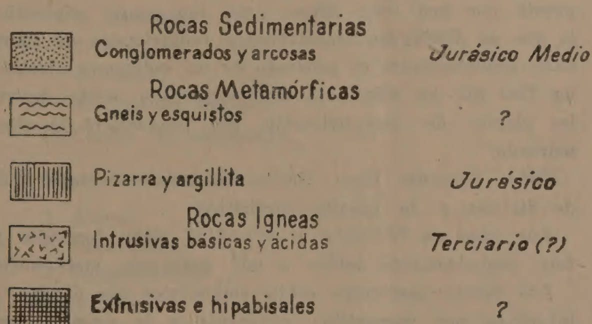


Fig. 6. — Geología general del sur de la Península Antártica, según Knowles (1945).

En las márgenes E. y S. de Alejandro Iro aparecen rocas sedimentarias; hay afloramientos grandes de argillita, conglomerados y grauvackas que contienen material carbonoso y fósiles mal conservados. Stephenson y Fleming (British Antartic Exped.) reconocieron restos de moluscos y un *Ptilophyllum* análogos a los coleccionados por Nordenskjöld en Snow Hill. Es probable que los estratos pertenezcan al Jurásico medio.

También al E. y S. de la isla hay grandes masas de rocas ígneas, con diques asociados; los más septentrionales son de carácter básico, mientras que los del sur son ácidos.

En la vecindad de Bahía Margarita predominan las rocas ígneas. Hay granito, granodiorita y sienita y son comunes los diques básicos y aplíticos; aparentemente se trata de rocas asociadas a la masa ígnea batolítica de la parte central de la Península. En la base General San Martín hay granito hornblendífero con estructura hipidiomórfica gruesa y alto porcentaje de ortosa; el feldespato está muy alterado en sericita y caolín. En la isla Stonington la diorita biotítica tiene andesina y oligoclasa zonal; en la misma isla hay basalto ensteatítico con fenocristales de bitownita, y dique lamprofíricos.

En la parte oriental de la Península, la desembocadura del glaciar Fleming está formada por acantilados de granito. Hacia el Sur se extienden unos 160 km de rocas metamórficas (pizarras).

En cabo Eielson hay hornblendita ultrabásica y hacia el sur del mismo se comprobaron alrededor de 120 kilómetros de diorita cuarcífera biotítica como predominante.

La costa de Fallieres está compuesta por gneiss en contacto con las granodioritas que vienen desde la parte central de 'la Península.

El cabo Keeler está compuesto por pizarra que tiene tres planos de clivaje bien desarrollados.

Ia «isla» en la desembocadura del glaciar Fleming está compuesta por una roca silícea gris, con pasta criptocristalina en la que se distinguen especialmente fenocristales de cuarzo y zoisita; probablemente es producto de un sedimento alcalino de grano fino que ha sido poco metamorfoseado, hasta destrucción de los planos de estratificación, con producción de clivaje poco marcado.

Cabo Berteaux tiene diorita cuarcífera intruída por diques de diabasa y de basalto porfirítico.

Los picos en 70° 25' S y 67° 15' W están formados por hornfels, probablemente debido a una grauvacka metarmofizada.

Los montes Batterbee están compuestos por diorita cuarcífera inyectada por pegmatita; adyacente a la primera hay felsita porfírica.

El estrecho de Jorge VI en 73° 11' S y 72° 05' W tiene diorita cuarcífera.

El pico sur de Alejandro Iro está compuesto por rocas sedimentarias: argillita compacta, grauvacka, arcosa y conglomerado grueso.

VI *Resumen petrográfico y Petrológico*: Las rocas que componen la parte sur de la Península Antártica, representadas en las colecciones de Knowles, se agrupan como sigue:

I. Rocas ígneas.

A. Intrusivas masivas.

1. Granito hornblendífero, granito biotítico y granito gráfico.
2. Granodiorita biotítica.
3. Diorita cuarcífera
4. Sienita nefelínica.
5. Hornblendita.
6. Gabbro.
7. Monzonita.

B. Rocas de diques.

1. Pegmatita.
2. Mineta.
3. Diabasa.
4. Diabasa hiperesténica.
5. Basalto augítico.
6. Dolerita olivínica.
7. Aplita.
8. Basalto ensteatítico.

C. Extrusivas.

Felsita porfírica.

II. Rocas metamórficas.

A. Gneisess con mica y hornblenda.

B. Sedimentos metamorfizados.

1. Hornfels.
2. Pizarras.
3. Chert.
4. Esquisto micáceo.

C. Cuarzo de reemplazo.

III. Rocas sedimentarias.

1. Arcosa.
2. Grauvacka.
3. Conglomerado.
4. Argillita.
5. Tillita.

Análisis mineral de algunas de las rocas sedimentarias

	E 67	E 68	E 70	E 73	E 74
Cuarzo	25	25	30	10	20
Ortosa	20 A	20 A	15 A	15 A	20 A
Andesina	5	5	—	20 A	15
Oligoclasa	—	—	5	—	—
Biotita	10	10	—	5	—
Muscovita	—	p	—	—	—
Hornblenda	—	p	p	8	5
Augita	—	—	—	7	5
Limonita	5	5	8	10	—
Materlal carbonoso	—	—	—	—	10
Rutilo	p	p	—	—	—
Turmalina	p	p	—	—	—
Pasta (*)	35	35	42	25	25

(*) Probablemente alta en caolinita. A. Alterado. Cifras en %.

E 67. Estrecho de Jorge VI (72° 08′ S-68° 45′ W).
E 68. Conglomerado (rodados de grauvacka en una argilita). Estrecho de Jorge VI en el mismo lugar anterior.
E 70. Conglomerado; el mismo lugar anterior.
E 73. Grauvacka. 72° 10′ S-68° 40′ W.
E 74. Arcosa carbonosa el mismo lugar anterior.

Análisis mineral de algunas de las rocas metamórficas

	E 3	E 11	E 14	E 23 (c)	E 30	E 115
Cuarzo	30 W	30 W	10 W	5	40	30
Ortosa	25 A	15	15	2	10	30
Oligoclasa	20 A	35	15	—	10	30
Hornblenda	15	p	40	—	—	—
Biotita	5	10	10	—	—	5
Muscovita	p	5	p	—	—	p
Magnetita	—	—	—	—	10	—
Turmalina	2	—	—	—	—	—
Apatita	2	—	—	—	—	—
Granate	—	1	p	—	—	—
Alteraciones	1	3	10	—	—	5
Pasta (alúmina y sílice)	—	—	—	93	25	—
Material carbonoso	—	—	—	—	5	—

A. Alterado. W. Extinción ondulante.

E 3. Gneiss hornblendífero; monte a 5,5 km al SE. de la Base General San Martín en bahía Margarita.
E 11. Gneiss con mica y granate; 22 km al NE de la misma Base.
E 14. Gneiss hornblendífero; campamento de Rymill.
E 23 (c). Pizarra; cabo Keeler, en la costa del Weddell, 68° 45′ 48 S-63° 20′ W.
E 30. Pizarra; 69° 29′ S-65° 30′ W.
E 115. Esquisto micáceo cuarzoso; 35 km al NNE de la Base General San Martín.

Análisis mineral de algunas de las rocas ígneas

	E 2	E 5	E 13	E 17	E 19	E 21	E 22	E 26	E 47
Cuarzo	25 W	5	50 W	30	10 W	10	15 W	—	10
Ortosa	50 A	30	50	45 A	40AZ	20	25	—	10
Oligoclasa ...	23 Z	—	—	20 AZ	—	—	40 Z	—	55 Z
Andesina	—	—	—	—	25	40 Z	PZ	—	—
Labradorita .	P	15 AZ	—	P	—	—	—	—	—
Biotita	P	25	P	—	5	20	10	—	15
Hornblenda .	1,5	20 A	—	5	15	10	8	60	5
Augita	—	P	—	—	—	—	—	20	P
Apatita	P	P	—	P	—	—	P	—	P
Zircón	—	—	—	P	—	—	P	—	P
Ensteatita ...	—	—	—	—	—	—	—	10	—
Diópsido	—	—	—	—	—	—	—	10	—
Pirita	P	—	P	—	—	—	—	P	—
Limonita	—	—	—	—	P	P	—	—	—
Sericita	P	P	P	P	P	—	P	—	P
Clorita	—	—	—	—	P	P	P	P	P

Z. Zonal. P. Presente en el corte microscópico.
E 2. Granito hornblendífero; montaña con figura de IV a unos 5 km al SE de la Base General San Martín.
E 5. Mineta; la misma localidad anterior.
E 13. Pegmatita; 22 km al NE de la Base General San Martín.
E 17. Granito hornblendífero; 900 metros al NE del campamento de Rymill.
E 19. Diorita cuarcífera; 9,3 km al E del cabo Berteaux.
E 21. Diorita cuarcífera; Red Rock Ridge.
E 22. Granodiorita biotítica; glaciar Fleming (60° 02′ 36 S-65° 47′ W).
E 26. Hornblendita; cabo Eielson (70° 31′ S-61° 33 W).
E 47. Granodiorita biotítica; cordón Eternidad.

(145) Kosack, H. P. — «Beiträge zur physischen Geographie von Antarktica». *Polarforschung*, Bd. 3, Ig. 21, Heft 1, págs. 33-39, Kiel, 1951.

Describe las principales unidades fisiográficas de Antártida haciendo notar sus relaciones con la estructura geológica. Divide al con-

tinente en las tres unidades ya aceptadas por la mayoría de los autores. Coincide bien con el trabajo de Panow.

Reproducimos (en la figura 7) algo modificada, la figura que sirve de resumen al trabajo comentado.

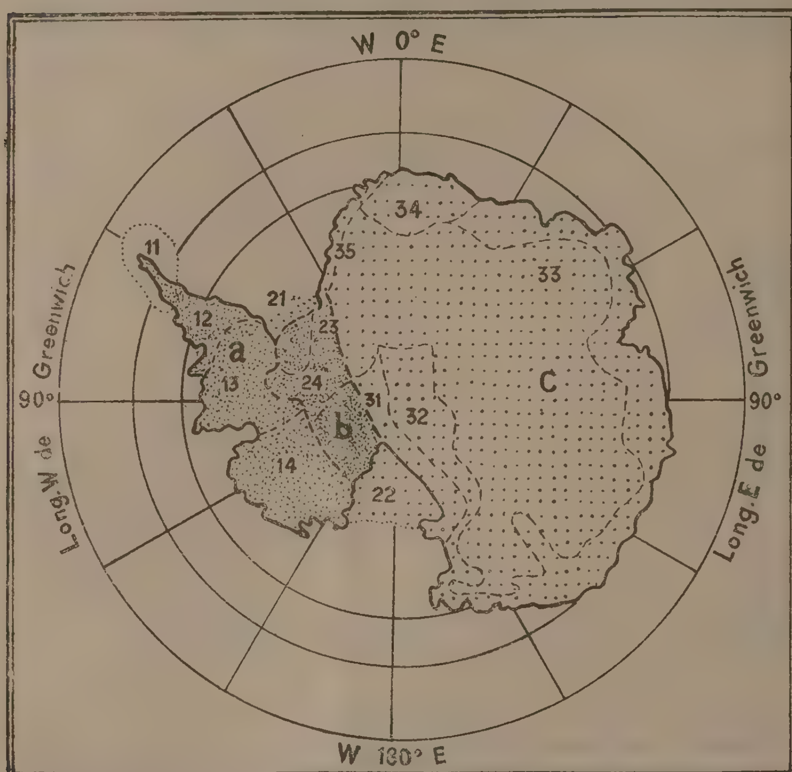


Fig. 7. — Unidades fisiográficas de Antártida, según Kosack.

a) Antártida Oeste (Antártida plegada).
- 11. Península Antártica Norte.
- 12. Península Antártica Sur.
- 13. Tierra de Ellsworth.
- 14. Tierra de Marie Byrd.

b) Antártida Central (Depresión Antártica Central) ....
- 21. Barrera de Lassiter.
- 22. Barrera de Ross.
- 23. Plateau de Joerg.
- 24. Plateau de Leveret.

c) Antártida Oriental (Escudo Antártico)
- 31. Gran sierra del Horst Antártico.
- 32. Altiplanicie central.
- 33. Sierra de altura media de la Antártida oriental.
- 34. Nueva Schwaben.
- 35. Costa del mar de Weddell.

(146) LACROIX, A. — « Instructions pour l'expédition antarctique organisée par le Dr. Jean Charcot ». Minéralogie et pétrographie. *Gauthier-Villar*, Paris, 1907.

(147) LACROIX, A. — « Les roches éruptives grenues de l'Archipiel de Kerguelen ». *Compt. Rend. Acad. Sci., París*, Vol. CLXXIX, págs. 113-118, Paris, 1924.

Estudia rocas coleccionadas en Kerguelen por M. Peau « en medio de lavas basálticas. Han sido separadas de gruesos bloques que yacían en la superficie, en medio de los derrumbes de basalto; también hay rocas coleccionadas como rodados arrastrados hasta el mar por los torrentes que descienden desde los glaciares (inexplorados)».

Lacroix cree, basándose en analogías con rocas de Madagascar y Tahití, que « esas rocas alcalinas (se refiere a la sienitas de los análisis 1, 2, 5 y 6) no son viejas; están ligadas a las rocas volcánicas que las acompañan, y son intrusivas en algunas de ellas. Corresponden a largos períodos geológicos: Pleistoceno, Terciario y tal Cretácico en algunos casos si se juzga por la intensidad de la erosión que las ha desmantelado ». Como puede notarse, fundada de esta manera, la opinión no resulta convincente. El trabajo contiene los siguientes análisis.

	1	2	3	4	5
SiO_2	56,92	57,52	48,22	55,46	65,80
TiO_2	0,24	0,23	2,72	0,34	0,39
Al_2O_3	20,63	18,38	16,39	21,16	15,05
Fe_2O_3	2,74	4,30	4,54	2,12	3,57
FeO	2,49	1,23	5,81	1,94	1,89
MnO	—	0,29	—	0,07	0,23
MgO	0,57	tr	3,82	0,29	tr
CaO	1,14	1,32	7,64	1,22	1,14
Na_2O	8,43	7,45	5,38	9,87	6,34
K_2O	4,61	5,51	3,55	5,07	4,81
H_2O^+	1,42	3,08	1,57	1,92	0,66
H_2O^-	0,44	0.88	0,34	0,44	0,05
P_2O_5	—	0,17	0,39	tr	0,14
Cl	0,49	—	—	0,22	—
	100,12	100,36	100,37	100,12	100,07

1. Sienita nefelínica; Monte Ballon, golfo Balleneros, en la isla central.
2. Sienita con nefelina y analcima; Bahía d'Orvilliers.
3. Micromonzonita con analcima, contenida en la muestra Nº 1; Monte Ballon, golfo Balleneros, en la isla central.
4. Fonolita; puerto Greenland.

	6	7	8	9	10
SiO_2	65,12	67,48	68,52	63,82	47,72
TiO_2	0,43	0,28	0,18	0,32	0,21
Al_2O_3	16,46	16,08	12,14	17,39	24,38
Fe_2O_3	2,34	2,03	1,26	2,42	1,19
FeO	2,15	1,42	1,36	1,46	2,23
MnO	0,17	0,07	—	0,08	0,05
MgO	tr	tr	0,58	tr	3,96
CaO	1,32	1,42	1,36	2,14	17,44
Na_2O	6,11	5,34	4,43	6,04	1,35
K_2O	5,60	5,35	3,05	6,01	0,45
H_2O^+	0,33	0,38	3,77	0,05	1,06
H_2O^-	0,13	0,17	3,34	0,14	0,34
P_2O_5	0,11	0,12	—	0,21	0,07
Cl	—	—	0,08	—	—
	100,27	100,14	100,07	100,08	100,45

5. Sienita cuarcífera con aegirina; al norte del cabo Delfín.
6. Sienita cuarcífera con laneita (anfibol); al norte del cabo Delfín.
7. Granito biotítico; al norte del cabo Delfín.
8. Filón de pechstein; bahía Cumberland.
9. Traquita con augita; puerto Juana de Arco.
10. Eucrita; Domo Rojo, en puerto Juana de Arco, parte S. W. de la isla.

148) LAMBERT, J. — « Les Echinides des îles Snow-Hill et Seymour ». *Wiss. Ergeb. d. Schwed. Südpolar-Expedition 1901-1903*, Bd. III, Geologie und Paläontologie, Lief, 11, 15 págs., 1 pl., Stockholm, 1916.

Se describen los equinoideos fósiles de las islas Snow Hill y Seymour (Vicecomodoro Marambio), repartiéndose las especies como sigue:

	Vraconiano	Cenomaniano	Aturiano	Maestrichiano	Terciario
Cyathocidaris patera Lamb.					
» *Nordenskjöldi* Lamb.				X	
» *Erebus* Lamb.				X	
Cassidulus Andersoni Lamb.					X
Holaster Lorioli Lamb.		X			
Nordenskjöldatser antarctica Lamb.	X				
Hemiaster vomer Lamb.			X		
Schizaster antarcticus Lamb.					X
Total 8 especies					

En conjunto, la fauna de equinoídeos es «notablemente especial»; no tiene analogías con la de India ni con las de Pacífico Norte (Vancouver), analogías que en el caso de los cefalópodos han permitido establecer concordancias notables (se refiere al trabajo de Kilian y Reboult, publicado en la misma serie). Tampoco está relacionada con las faunas de Podsoland (El Cabo).

(149) LAPPARENT, A. de. — «Instructions pour l'expédition antarctique organisée par le Dr. Jean Charcot», Geologie, 2 págs. *Gauthier-Villars*, Paris, 1907.

(150) LEE, J. S. — «Continental drift», *Geological Magazine*, Vol. LXXVI, Nº VII, págs. 289-293, London, 1939.

Comenta el trabajo A. L. Du Toit «Our Wandering Continents». Hace notar que Australia pudo haber formado un sólo bloque con Antártida; salvo la muy escueta referencia que acabo de citar, no contiene otra sobre dicho continente.

Convendría eliminar este trabajo de las bibliografías geológicas antárticas.

(151) Mc CORMICK, R. — «Geological Remarks on the Antarctic Continent and Southern Islands». En *Ross's Voyage in the Southern and Antarctic Regions*, Appendix IV, Vol. 2, págs. 412-422, London, 1847.

(152) MAWSON, D. — «Petrology of rock collections from the mainland of South Victoria Land». *Brit. Antarctic Exped.* 1907-1909, II, Geology, pt. 13, págs. 201-234, London, 1916.

Descripciones de bloques morénicos de los glaciares Beardmore y Ferrar. Agrega además, la descripción de erráticos provenientes de la Tierra Victoria del Sur, entre las latitudes 75° y 78° S. Hay análisis químico de arcosa, granito con biotita, granito porfírico, porfido cuarcífero, kersantita, diorita hornblendífera con esfeno y biotita y diorita hornblendífera con biotita.

(153) MAWSON, D. — «Record of minerals of King George Land, Adelie Land and Queen Mary Land». *Australasian Antarctic Expedition* 1911-1914, under the leadership of Sir Douglas Mawson. Scientific Report, Series A, Geology, IV, pt. 12, págs. 371-404, Sidney, 1940.

Descripción y análisis químico de minerales de la región del cabo Denison, en la bahía Commonwealth. Los analistas fueron H. P. White y J. Mingaye.

	1	2	3	4	5
SiO_2	65,02	64,92	62,72	53,66	47,96
TiO_2	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00
Al_2O_3	18,88	19,36	23,66	0,79	31,52
Fe_2O_3	0,60	0,00	—	0,00	1,03
FeO	0,54	tr	0,03	2,70	3,24
MnO	0,01	tr	0,00	0,38	1,09
MgO	0,10	0,05	0,00	17,14	12,16
CaO	0,01	0,00	2,44	24,26	0,00
Na_2O	2,47	1,59	8,76	0,10	0,33
K_2O	11,08	13,63	1,57	0,25	tr
H_2O tot.	0,88	0,24	1,04	0,92	2,80
P_2O_5	—	—	—	0,00	tr
BaO	0,13	0,39	tr	0,00	tr
SrO	tr	tr	tr	0,00	tr
	99,72	100,18	100,22	100,24	100,13

1. Ortosa roja en un *schlier* pegmatítico en granito rojo; bloque errático en cabo Denison, bahía Commonwealth, Costa de Jorge V.
2. Adularia en una banda pegmátítica de grano grueso contenida en un gneiss biotítico-sillimanítico. La misma localidad anterior.
3. Oligoclasa parcialmente sericitizada, en un arrecife de cuarzo (*in situ*). La misma localidad anterior.
4. Diópsido gris verdoso, en un errático de gneiss con diópsido y actinolita. La misma localidad anterior.
5. Cordierita en un errático de gneiss con cordierita, sillimanita, cuarzo y feldespato. La misma localidad anterior.

(154) MAWSON, D. — « Catalogue of rocks and minerals collected in Antarctic Lands ». *Australasian Antarctic Expedition* 1911-14, under the leadership of Sir Douglas Mawson. Scientific Reports. Series A, Geology, IV, pt. 13, Sidney, 1940.

La expedición de Mawson coleccionó en Antártida alrededor de 1.500 ejemplares de rocas y minerales; en su mayoría ellos fueron obtenidos de bloques erráticos, no de materiales *in situ*.

En el catálogo de estos ejemplares figuran numerados, con localidad, título descriptivo y lugar en que se los cita en los volúmenes 3 y 4 de los informes de la expedición. No es posible reproducir todas estas listas, cuya consulta es recomendable. Si todas las expediciones antárticas, hubiesen seguido este temperamento se dispondría hoy de un excelente y ordenado material de trabajo.

(155) MAWSON, D. — « Sedimentary rocks ». *Australasian Antarctic Expedition*, 1911-14, under the leadership of Sir Douglas Mawson. Scientific Reports. Series A. Geology, pt. 11 Sidney, 1940.

Se describen rocas coleccionadas *in situ* y bloques erráticos. La única sedimentaria encontrada *in situ* por la expedición procede de Horn Bluff (Tierra del Rey Jorge), sin que me haya sido posible precisar más el lugar; allí la serie está caracterizada por areniscas que contienen carbón, muy alterado por la elevada temperatura debida a un vecino *sill* de dolerita. También se ha encontrado casiterita en estas areniscas.

Como erráticos, se describen 41 rocas; además, 9 descripciones de rocas *in situ*.

El resumen ha sido tomado de D. Stewart.

(156) MEINARDUS, W. — « Die mutmassliche mittlere Höhe des Antarktischen Kontiments ». *Petermann's Mit.*, Vol. XI, págs. 304-409, Vol. XII, págs. 355-360, Gotha, 1909.

(157) MOLFINO, R. H. — « Ensayo edafológico sobre la Antártida Argentina ». *Rev. Fac. Agronomía* (3ª Epoca). T. XXXII, 42 págs., 19 figs., La Plata, 1956.

Este no es un trabajo geológico, pero su consulta será provechosa al geólogo deseoso de familiarizarse con los tan escasos materiales sueltos que actúan *como suelos* (*sensu lato*) en las zonas costeras de Antártida .Molfino tuvo ocasión de observar y analizar fenómenos criopedológicos en los siguientes lugares:

Isla Decepción:

Muestra 1. Superficie. Material volcánico muy afinado por meteorización y modificado por acarreo debido a hielo y fusión del mismo. En el espaldón costero de la isla, inmediato al Destacamento Naval 1º de Mayo (puerto Foster). Véase I en la tabla analítica.

Muestras 2, 3 y 4. Perfil vertical en la « laguna » del Destacamento Naval (Mar inundado, véase Cordini, 1955); lugar cubierto por un estrato muscinal de *Pogonatum alpinum*.

2) es el estrato muscinal, de 0,00 m a 0,05 m de profundidad.
3) desde 0,05 hasta 0,25 m. Sedimentos gruesos, sueltos, de color negro.
4) desde 0,25 hasta 0,35 m. Como los anteriores, pero de color gris; continúa hasta los dos metros de profundidad.
Véase II en la tabla analítica.

Isla Media Luna:

Muestra 5. Estrato muscinal superficial, de 20 cm de espesor, abonado por deyecciones de aves. Representa al material fino contenido entre las grietas de las rocas (dacitas y andesitas). Cerro inmediato al Destacamento Naval.
Véase III en la tabla analítica.

Muestras 7, 8 y 9. Material de una estructura de crioturbación (« círculo de piedra ») de 110 cm de diámetro y 30 cm de profundidad.

Resultados analíticos expresados en porciento de tierra fina y seca a 105° c. Elementos químicos en óxidos.

Lugar	Isla Decepción				Isla Media Luna				Melchior	Potter	Ushuaía
Perfil vertical	I	II			III	—			V	VI	Para comparar con los anteriores
Perfil horizontal	—	—	—	—	—		IV		—	—	
Muestra Nº	1	2	3	4	5	7	8	9	10	12	—
Profundidad en cm	Sup.	0,5	5-25	25-35	0-20	Sup.	Sup.	Sup.	Sup.	Sp.	0,30
Determinaciones físicas y físico-químicas:											
a) Análisis físicomecánico:											
Arena gruesa	56,738	62,534	49,366	31,418	30,020	27,179	34,066	25,988	45,087	67,227	21,351
Arena fina	*27,959*	*21,404*	*41,315*	*44,408*	*32,641*	*28,425*	*30,331*	*26,234*	*27,587*	*13,105*	*5,261*
Arena total	84,697	83,938	90,681	75,826	62,661	55,604	64,397	52,222	72,674	80,332	26,612
Limo	6,550	1,550	4,625	15,800	12,600	12,852	15,151	6,540	13,125	1,980	20,972
Arcilla	2,100	0,250	2,575	4,000	4,515	1,836	1,744	0,626	8,820	1,515	7,222
Materia orgánica	0,440	9,083	1,120	1,914	17,415	10,975	10,956	28,453	8,213	7,154	36,212
Calcáreo	0,192	vest.	0,216	0,294	0,032	0,020	0,029	0,022	0,235	0,316	0,414
Sesquióxidos solubles	8,430	13,530	9,520	13,160	3,620	6,095	4,828	4,359	3,051	2,075	5,091
b) Humedad higroscópica	0,276	1,909	0,654	1,189	5,179	7,672	8,929	8,383	5,445	1,886	7,275
Humedad equivalente	9,385	31,921	7,653	16,619	45,000	34,039	33,141	57,057	13,631	12,062	53,246
c) Reacción (pH) actual	8,5	6,1	7,3	7,9	5,5	5,2	5,4	5,3	7,9	6,1	7,5
Reacc. (pH) potencial	7,4	5,0	6,1	6,1	4,3	4,2	4,1	4,4	6,1	4,8	6,9
Acidez de cambio	1,1	1,1	1,2	1,8	1,2	1,0	1,3	0,9	1,8	1,3	0,4
Determinaciones químicas:											
d) Extracto clorhídrico											
Hierro y aluminio	9,450	9,390	8,420	11,220	7,664	15,627	18,246	8,470	12,873	9,918	12,144
Fósforo	0,027	0,057	0,058	0,059	0,085	0,100	0,106	0,053	0,115	0,084	0,058
Calcio	2,122	1,623	1,502	1,709	0,422	0,199	0,051	0,307	0,942	1,810	24,44
Magnesio	1,425	1,913	1,709	1,369	0,315	0,257	0,159	0,609	1,633	1,528	0,803
Potasio	0,212	0,214	0,147	0,232	0,166	0,181	0,198	0,105	0,731	0,218	0,240
Potasio	1,263	1,113	1,278	0,935	0,379	0,445	0,427	0,458	0,160	0,645	0,338
Residuo insoluble	86,781	83,685	88,267	85,006	90,342	78,878	68,915	66,303	78,908	78,662	66,693
e) Nitrógeno total	0,070	0,168	0,070	0,084	0,644	0,490	0,364	0,630	0,154	0,203	0,756
% de tierra fina (menor de 2 mm)	72	64	89	97	97	39	81	80	71	98	57
% de tierra gruesa (mayor de 2 mm)	28	36	11	3	3	61	19	20	29	2	43

7) es el material de la parte extrema del círculo, en la superficie, con predominancia de elementos gruesos.
8) Común del material del interior del círculo; en la superficie. Representa al molisol en la estructura estudiada.
9) Material extremo del círculo, pero tomado hacia el borde interior del mismo. La muestra representa sólo la fracción fina, menor de 2 cm de diámetro.
Véase IV en la tabla analítica.

Archipiélago Melchior.

Muestra 10. Isla Piedrabuena; material intersticial entre las grietas de la roca, con vegetación de *Deschampsia, Colobanthus* y líquenes crustáceos.
Véase V en la tabla analítica.

Isla Rey Jorge:

Muestra 12. Superficie del segundo berma costero en caleta Potter (ahora llaman Teniente Cámara a este lugar).
Véase VI en la tabla analítica.

No es posible comentar todos los datos de interés que contiene el trabajo, se reproduce sólo el cuadro analítico de mayor aplicación para los geólogos.

(158) MOUNTAIN, E. D. — « Potash-oligoclase from Mt. Erebus, Antarctica, and anorthoclase from Mt. Kenya, East Africa ». *Mineral. Magazine,* Vol. 20, Nº 109, págs. 331-345, Oxford Univ. Press, London, 1925.

Se describen dos tipos de oligoclasa potásica coleccionadas en las kenitas leucíticas del Monte Erebus (Isla Ross). Una tiene superficie lisa y blanca; la otra es prismática, con sección transversal rómbica y está recubierta por lava negra, vesicular. Se comparan las propiedades físicas con las de los montes Kenia y Kilimandjaro. Los análisis correspondientes a las rocas del monte Erebus son los siguientes:

	1	2
SiO_2	62,79	62,49
T_1O_2	—	—
Al_2O_3	22,12	21,86
Fe_2O_3	0,36	0,30
FeO	0,41	1,31
MnO	—	0,16
CaO	3,76	3,74
Na_2O	7,35	7,20
K_2O	2,98	2,26
H_2O^+	0,19	0,04
H_2O^-	0,07	—
	100,03	100,36

1. Oligoclasa potásica, primer tipo; monte Erebus, isla Ross.
2. Oligoclasa potásica, segundo tipo; monte Erebus, isla Ross.

(159) MÜLLER, K. — « Ergänzungen und Bemerkungen zu dem Iheringschen Aufsatze. Ueber die Alten Beziehungen zwischen Neuseeland und Südamerika, in Nr 18 dieser, Zeitzschrift ». Ausland, 64, págs. 561-564, Stuttgart, 1891-1892.

(160) MÜLLER, K. — Remarks on Dr. H. v. Ihering's paper: « On the ancient relations between New Zealand and South America », Translated from *Das Ausland* by H. Sutter). *Trans. and Proc. New Zealand*, Vol. I, Nº 25, págs. 428-434, Wellington, 1893.

(161) MUÑOZ CRISTI, J. — « Antecedentes geológicos sobre el Sector Pacífico del Continente Antártico ». *Revista Geográfica de Chile*, Vol. I, Nº 1, págs. 81-88, 1 mapa geológico, Santiago de Chile, 1948.

« Estudia características geológicas del Sector Pacífico del continente antártico en base principalmente a la petrografía de las rocas ígneas de la región. Concluye que la estructura geológica de la Península Antártica se asemeja mucho a la parte austral de la Cordillera patagónica y que la estructura de Little America es muy diferente a la anterior. Estima que debe estudiarse la parte occidental del territorio antártico chileno e indica bibliografía de 23 títulos ».

El resumen ha sido tomado de la Bibliografía Geológica de Chile (1927-53), de Muñoz Cristi y Kokot, *An. Fac. Ciencias Físicas y Matemáticas*, Vol. 12, 121 págs., Santiago de Chile, 1955.

(162) MURPHY, R. C. — « Antarctic Zoogeography and some of its problems ». En: Problems of Polar Research, *American Geograph. Soc. Special Publ.*, Nº 7, pags. 355-379, New York, 1928.

Como lo indica el título, el trabajo de este famoso ornitólogo no es de carácter geológico, pero contiene algunas observaciones que es conveniente incluir en la presente bibliografía.

En lo que respecta a posibles conexiones geológicas destinadas a explicar aspectos actuales de la distribución zoogeográfica, establece que alguna de ellas han sido interpretadas como soportando teorías de puentes terrestres que unían Antártida con Sudamérica, Australia y Africa; las reconstrucciones se han basado muchas veces en las *supuestas rutas de migración* de plantas y animales más que en evidencias geológicas aceptadas.

Sin embargo, investigadores tan recientes como Benham [1] afirman que la distribución actual y las relaciones de los oligoquetos, insectos, arañas y crustáceos terrestres en las islas subantárticas exige la pre-

[1] BENHAM, H. W. — « Oligochaeta of Macquarie Island ».
Australasian Antarctic Expedition 1911-1914, Scientific Repts., Ser. C. Zoology and Botany, Vol. 6, pt. IV, págs. 1-38, Sydney, 1922.

sencia de conexiones terrestres durante el comienzo del Cenozoico; tiene que haber existido una yuxtaposición de Antártida, Australia y Sudamérica en la forma expresada por la tan conocida teoría de Taylor-Wegener.

En favor de ciertas conexiones, existen buenas pruebas. Es probable que al comienzo del Terciario Antártida haya estado unida a Tierra del Fuego por un puente de islas; véase, por ejemplo, el trabajo de Berry (1938). En lo referente a conexiones mayores, tipo Gondwana, la *evidencia zoológica* no es conclusiva.

Por otra parte, en su trabajo sobre los peces de Antártida (Brit. Antarct. «*Terra Nova*», Exped., Vol. I, London, 1914), Regan no acepta que las especies australes muestren indicaciones de puentes terrestres. Para él, Antártida ha sido bañada durante mucho tiempo, «tal vez durante la mayor parte del Terciario», por un océano de muy baja temperatura.

La distribución de los mamíferos también es revisada por Murphy, quien concuerda con varios autores anteriores en lo referente a la falta de verdaderas relaciones entre el «lobo» de Tasmania (*Thylacinus*) y los masupiales (Borhyaenidae) del Mioceno de Patagonia.

En lo que respecta a las aves, se inclina a creer que los pingüinos podrían ser de origen austral. Se basa en los restos encontrados por la Expedición Sueca (véase Wiman, 1916). A esto se oponen hallazgos recientes en el eoceno de Patagonia, efectuados por H. Camacho, de la Dirección de Minería, (trabajo inédito).

En resumen, mientras que entre los geólogos existe acuerdo bastante completo sobre las conexiones paleogeográficas de Antártida, entre los biólogos esas conexiones son aún muy discutidas.

(163) MURRAY, J. — «Additional notes on eruptions». En: Shackleton E. H., *The heart of the Antarctic*, Vol. II, Appendix II, págs. 310-315, London, 1909.

Descripción de la erupción más fuerte, entre las observadas por el personal de la *British Antarctic Expedition*, 1907-1909, del monte Erebus. Tuvo lugar el 14 de junio de 1908.

En el trabajo figuran tres bosquejos de las erupciones del 14-IX -1908, 27-XI-1908 y 8 VIII-1908. David y Priestley agregan algunas *Notas referentes al monte Erebus* (pags. 308-310) conteniendo datos sobre la altura y forma de las columnas de humo y vapores.

(164) NATHORST, A. G. — «Sur la flore fossile des régions antarctiques». *Compt. Rend. Acad. des Sc.*, Vol. 138, págs. 1447-1450, París, 1901.

No he podido consultar el trabajo. Nathorst estudió buena parte de los ejemplares de la flora jurásica coleccionada por Andersson en Monte Flora (Bahía Esperanza); es muy probable que la publicación se refiera a ese material.

(165) Nathorst, A. G. — « On the upper jurassic flora of Hope Bay Grahan Land » *Compt. Rend. Internat. Cong. Geol. México*, Vol. 10, págs. 1269-1270, México, 1909.

(166) Neaverson, E. — « The sea-floor deposits. ». *Discovery Reports*, IX, págs. 295-315, 6 láms., Cambridge University Press, Cambridge, 1934.

En Antártida, el conocimiento de los fondos marinos ha resultado siempre de mucha utilidad para los geólogos especialmente en aquellas zonas que, por falta de buques rompehielos, eran prácticamente inaccesibles debido a la abundancia de hielo flotante en el mar.

Neaverson estudió el carácter general y la distribución de los depósitos basándose en 296 muestras, gran parte de las cuales fueron obtenidas en los océanos Atlántico Sur y Antártico, como se indica a continuación:

Atlántico medio y Sur	72 muestras
Costas Sur y Oeste de Africa	47 »
Región de Georgia del Sur	46 »
Shetlands del Sur	59 »
Mar de Bellingshausen	21 »
Extremo oriental sur de S. América	52 »

Adoptó una clasificación semejante a la de Murray y Renard (Deep sea Deposits, *Challenger Reports*, 1891).

Depósitos en aguas poco profundas (desde la línea de bajamar hasta los 200 m de profundidad.	Gravas. Arenas. Limos.	Depósitos terrígenos conteniendo material detrítico que proviene de ambientes continentales.
Depósitos en aguas profundas (más de 200 m de profundidad).	Limos glauconíticos. Limos con diatomeas Limo diatomífero. Limo de *Globigerina* Limo de radiolarios.	Depósitos pelágicos de origen orgánico, formados fuera del alcance de corrientes que puedan transportar material detrítico.

Sería de mucha utilidad una expedición destinada a modernizar la información existente sobre fondos marinos antárticos, pues he tenido ocasión de observar repetidamente muestras extraídas a 1.500 m (es decir *más de* 200 m *de profundidad*, y con amplio margen) que resultaron compuestas en su mayor parte por arenas finas y silts comparables a la parte fina de una morena de fondo.

(167) Nichols, R. L. — «Elevates beaches of Marguerite Bay, Antarctica». *Bull. Geol. Soc. Am.*, Vol. 58, Nº 12, pt. 2, pág. 1213, New York, 1947.

Las playas elevadas de las islas Stonigton y Neny (Bahía Margarita) están alrededor de 14 metros sobre el actual nivel del mar.

En la segunda, los conos del material de derrubio están enterrando a la playa; en Stonington la playa está cubierta por lajas depositadas por el hielo. En ninguna de las dos playas se observan señales de un nuevo avance del hielo que hubiese podido arrastrar nuevamente a tales lajas.

Aunque en mis visitas a las islas mencionadas sólo aprecié en unos 7 a 10 metros la sobreelevación sufrida por las playas, coincido con las observaciones de Nichols.

(168) NICHOLS, R. L. — «Preliminary report on the geology of the Marguerite Bay area, Antarctica». *Ronne Antarctic Research Expedition. Technical Report Nº 6. Ronne Antarctic Research Expedition under contract with the Geophysics Branch, Office of Naval Research*, 5 págs., Washington, 1948.

En general, el trabajo no contiene información novedosa; se consultará con mucho mayor provecho la publicación que el mismo autor hizo en 1955.

(169) NICHOLS, R. L. — «Bedrock geology of the Marguerite Bay area, Palmer, Peninsula, Antarctica». *Ronne Antarctic Research Expedition. Technical Report* Nº 13. *Ronne Antarctic Research Expedition under contract with the Geophysics Branch, Office of Naval Research*, 60 págs. 67, figs., 3 mapas geológicos, Washington, 1955.

En lo que se refiere a la geología del sur de la Península Antártica creo que este trabajo, junto con el de Knowles (1945), constituye la mejor documentación publicada hasta la fecha. Nichols da el siguiente resumen:

«Las rocas más viejas de la región son un esquisto hornblendífero y un gneiss granítico, de edad menor que el primero; ambos pueden ser precámbricos.

El Jurásico (?) con argillitas, *gritstone* y conglomerados que contienen plantas fósiles se encuentra en dos pequeñas islas situadas a unos 18,5 km al SW de la Isla Adelaida.

La región fué inyectada sucesivamente por rocas ultramáficas, gabbro, diorita, granodiorita y granito. Estas son las rocas más comunes y de más amplia distribución. Si se correlacionan las plutónicas con las del extremo sur de Sudamérica, ellas son cretácicas.

En la región hay volcánicas riolíticas y dacíticas que alcanzan más de 600 m de espesor. Son comunes las texturas fluidales, con bandas de fluidalidad muy bien desarrolladas.

Existen también, ampliamente distribuídas, tobas, brechas y aglomerados; en menor cantidad se encuentran piroclásticas modificadas por la acción del agua, y es probable que se encuentren tobas cementadas.

En las brechas y aglomerados se observan fragmentos de gneiss granítico, gabbro, granito y aplita. Algunas de las rocas piroclásticas son granitos reconstruídos compuestos casi enteramente por frag-

mentos de cuarzo y feldespato; se han formado por la rotura mecánica de un granito más viejo.

Es probable que mucha parte del área haya estado cubierta anteriormente por rocas volcánicas las que, erodadas, han quedado ahora separadas por espacios grandes. Esas volcánicas son posteriores a las plutónicas, puesto que contienen fragmentos de las mismas, pero no se les puede atribuir edad exacta; es lógico considerarlas como pertenecientes al fin del Mesozoico o comienzos del Cenozoico.

Las volcánicas han sido invadidas por un pequeño plutón de andesita porfirítica; a su vez, el plutón ha sido invadido por un granito rosado que contiene cavidades rellenadas por cuarzo, feldespato, pirita, molibdenita y otros minerales. Tanto el plutón como el granito *pueden* pertenecer a los comienzos del Cenozoico.

Toda el área estudiada ha sido invadida por una multitud de diques, que se han emplazado por acuñamiento, recubrimiento y, en menor grado, por reemplazo. Son comunes los diques simples, múltiples y compuestos. Los hay de aplita, pegmatita, granito y felsita, estando asociados a los granitos; los felsíticos se asocian a las rocas volcánicas; los dioríticos de grano fino, a la diorita. También son comunes los diques de basalto y diabasa; algunos podrían relacionarse a las volcánicas terciarias del extremo N. de la Península Antártica, y también a rocas similares de la parte austral de Sudamérica ».

Para la región del fiordo Neny el autor da como probable la siguiente historia geológica.

¿Cenozoico medio? (En parte).	12. Diques oscuros y claros, de grano fino.
Post-jurásico. Fin del Mesozoico o principios del Terciario.	11. Granito del Red Rock Ridge. Diques de granito con cavidades, granitos relacionados, aplita y pegmatita. 10. Plutón de Morena Lateral (lado sur del fiordo Neny); andesita porfírica y riolita. 9. Volcánicas de las islas Terra Firma. Coladas dacíticas y riolíticas, diques, tobas, brechas y aglomerados.
Post-jurásico. Fin del Mesozoico.	8. Granito de isla Chasm, recortado por diques graníticos, pegmatíticos y de aplita; en la punta oeste del Red Rock Ridge la facies de grano grueso está intruída por la de grano más fino. 7. Granodiorita. 6. Diorita de isla Stonington, recortada por diques dioríticos y de pegmatita básica. 5. Gabbro del glaciar de la isla Neny. 4. Roca ultramáfica del monte Black Thumb.
Jurásico.	3. Argillitas grafíticas, gritstones y conglomerados, con abundantes plantas fósiles no determinables.

¿Precámbrico? Pre-jurásico	2. Gnesis del monte Roman Four. Filitas. Esquisto biotítico. Esquisto hornblendífero. 1. Esquisto de la isla Nenny.

Las conclusiones del trabajo pueden resumirse como sigue:

1. Las rocas de los alrededores de Bahía Margarita son principalmente ígneas.
2. Se encuentran allí rocas intrusivas y extrusivas.
3. Un grupo de rocas, que comprende desde ultramafitas hasta granito, sufrió inyecciones sucesivas; estas fueron seguidas por la extrusión de piroclásticas dacíticas y riolíticas. Por último, las rocas volcánicas fueron intruídas por un plutón diorítico y más tarde por un granito con vesículas.
4. No se sabe si la historia ígnea fué el resultado de un sólo ciclo magmático o de dos ciclos separados por un considerable intervalo.
5. El tipo de roca más abundante es el granito; las ultramafitas son las más escasas.
6. El área fué invadida por gran cantidad de diques, que están relacionados con las rocas intrusivas y extrusivas.
7. Las rocas ígneas son principalmente del Mesozoico, o del comienzo del Cenozoico.
8. También hay en la región rocas metamórficas y sedimentarias. Los esquistos y gneisses son pre-jurásicos (tal vez precámbicos). Las sedimentarias son clásticas, de facies terrestre y probablemente jurásicas.
9. Para otras partes de la Península Antártica se han citado rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias que pueden correlacionarse con las de Bahía Margarita; las citas pertenecen a Andersson, Nordenskjöld, Gourdon, Holtedahl, Fleming, Knowles, Barth y Holmsen, Ferguson, Pelikan, Tyrrel y otros.
10. La presencia de rocas ígneas intrusivas excluye la existencia de carbón y petróleo en la mayor parte del área estudiada.
11. En la zona se observó la presencia de limonita, pirita, malaquita, molibdenita y otros minerales metalíferos, pero no se encontró nada que representase una reserva de valor económico.

(170) Nockolds, S. R. — « Petrology of the rocks from Queen Mary Land ». *Australasian Antarctic Expedition* 1911-14, under the leadership of Sir Douglas Mawson. Scientific Report, Series A, Geology, Vol. IV, pt. 2, págs. 15-86, Sidney, 1940.

La monografía se divide en dos secciones. En la primera se estudian rocas provenientes de la parte oriental de la Tierra de la Reina María; en la segunda, las procedentes de la parte oeste de la misma y otras de las Tierras del Kaiser Guillermo, Adelia y Victoria del

Sur. Desde la última, hacia el oeste, hasta la del Kaiser Guillermo, « las rocas ácidas comienzan con predominancia de tipos granodioríticos y terminan con granitos alcalinos ». « Una característica de esta provincia... es la presencia universal de ortita en todas las rocas ácidas ».

En la segunda sección se comparan las rocas situadas al oeste de la Tierra de la Reina María con aquellas provenientes de la parte oriental de la misma, y con las de Kaiser Guillermo. Hay mucho mayor parecido entre las rocas del basamento de Reina María occidental y Kaiser Guillermo que entre las orientales y occidentales dentro del mismo territorio de Reina María.

Las rocas estudiadas comprenden granitos, pegmatitas, rocas con cuarzo y turmalina, tonalitas, tipos trondheímicos, charnockitas, rocas portadoras de hipersteno, basalto leucítico, rocas ígneas metamorfoseadas, rocas sedimentarias y una pseudotaquilita.

(171) NORDENSKJÖLD, O. — « Petrographische Untersuchungen aus dem westantarktischen Gebiete ». *Bull. Geol. Inst. Univ. Upsala*, Vol. VI, págs. 234-246, Upsala, 1905.

Nordenskjöld fué uno de los primeros en dividir Antártida Occidental en dos unidades: la zona occidental, con cadenas de plegamiento compuestas principalmente por rocas intrusivas (« Die Zone der Gebirgskette ») y la oriental, compuesta por rocas sedimentarias («Zone der Erguss und Sedimentgesteine »).

Sus observaciones y colecciones se refieren casi exclusivamente a las áreas de Bahía Esperanza y parte norte de la Península Antártica, comprendiendo las islas cercanas.

En el trabajo figuran descripciones petrográficas de dioritas cuarcíferas, pórfidos, porfiritas, granitos, tobas y areniscas.

(172) OLSACHER, J. — « Breves observaciones geológicas en puerto Paraíso, Península Antártica ». *Contribución* Nº 9 *del Inst. Ant. Arg., Fac. Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Univ. de Córdoba*, 8 págs., 4 microfot., Córdoba, 1956.

Contiene los resultados obtenidos durante una corta visita al Destacamento Naval Almirante Brown, puerto Paraíso. Se citan para ese lugar:

Andesitas: andesita augítica de color gris oscuro, agrietada, siendo « frecuente encontrar rellenos de epidoto, producto probable de alteración hidrotermal de estas andesitas ». El corte microscópico reveló plagioclasa de formas irregulares, con la parte central alterada en sericita

La pasta, de estructura fluidal, está compuesta por varillas muy finas de plagioclasa, entre las que se interpone substancia pigmentaria parda y microlitos.

Esquistos inyectados: en la falda de la prominencia situada al este

del Crucifijo un componente claro forma vetas dentro de un material más oscuro; se trata de esquistos con escasas manifestaciones de metamorfismo, que Olsacher sitúa, con dudas al respecto, en el arcaico o proterozoico. Los subdivide en:

Esquistos claros: Agregación de granos de cuarzo cuyos diámetros no sobrepasan los 0,01 mm, con caracteres clásticos; algo de sericita asociada a los mismos.

*Esquistos oscuros*s Rocas grises, casi negras, con estructura muy fina en la que se destacan granos de cuarzo hasta de 0,1 mm de diámetro; los últimos muestran con frecuencia extinción ondulosa. Otros fragmentos presentan estructura brechosa por estar atravesados por venas cuarzosas de hasta 2 cm de espesor.

El autor cita además una cuarcita micácea encontrada como escombro suelto en Almirante Brown.

(173) OLSACHER, J., DIAZ, H. y TERUGGI, M. — « Contribución a la Geología de la Antártida Occidental. I, Contribución al conocimiento geológico de la Isla Decepción ». *Instituto Antártico Argentino*, Publicación Nº 2, págs. 1-76, 63 figs., 2 mapas, Buenos Aires, 1957.

El autor resume como sigue al trabajo que dió lugar a la Publicación Nº 2 del I. A. Argentino:

« En el presente trabajo se exponen los resultados de las observaciones geológicas e investigaciones petrográficas hechas por el autor en la Isla Decepción (grupo de las Shetland del Sur) habiéndose dedicado especial atención a la confección de la carta geológica respectiva, en escala 1:50.000.

Los primeros capítulos se refieren a la geología de la isla. El exámen de los rasgos tectónicos y las deducciones morfológicas, permiten confirmar la hipótesis de que el lago interno de esta llamativa isla es consecuencia de un proceso de *hundimiento de caldera* y no una simple inundación de cráter, como se suponía generalmente. Siguen detalladas descripciones petrográficas de las muestras recolectadas: andesitas, basaltos, tobas estratificadas y macizas) para finalizar con una breve referencia al glaciarismo y a los depósitos glaciales, periglaciales, fluvioglaciales, depósitos costaneros y gravas. Se discute la naturaleza de las fumarolas, única actividad volcánica en el presente.

El autor resume de este modo la historia geológica de la Isla Decepción:

a) Período de construción del volcán (serie volcánica antigua, de carácter predominantemente explosivo).

b) Formación de la caldera.

c) Período de glaciación intensa (iniciación de la constitución de los depósitos glaciales).

d) Renovación de la actividad volcánica (primeras series modernas de carácter predominantemente efusivo, intercaladas en los depósitos glaciales).

e) Apertura de la entrada de la isla e inundación de su caldera.
f) Período reciente y actual: actividad volcánica con las efusiones modernas últimas sobre los depósitos fluvioglaciales, las fumarolas y la actividad glacial ».

(174) OLSACHER, J. — « Informe geológico preliminar sobre las relaciones entre el Arco de las Antillas del Sur y los océanos Atlántico y Pacífico ». En: Daus, F. A., Olsacher, J y Capurro, L. R. A. « El límite entre los océanos Atlántico y Pacífico », *Sociedad Argentina de Estudios Geográficos Gaea*, págs. 5-8, Buenos Aires, 1956.

Este trabajo contiene un interesante resumen de las observaciones geológicas hechas en el Arco de las Antillas del Sur. El autor establece comparaciones con el de las Antillas Caribes, concluyendo que: « Esta rápida reseña ya revela que las dos estructuras antillanas, genuinas formaciones de tipo alpino, y vinculadas a la cordillera andina, están íntima e indisolublemente asociadas a la estructura atlántica, no pudiéndose considerar a una haciendo abstracción de la otra. Y puesta de manifiesto así la subordinación del « Arco de las Antillas del Sur » a la dinámica atlántica que hizo posible su existencia, no es posible dudar que la historia geológica respectiva apoya sólidamente el concepto —coincidente con el criterio seguido hasta ahora— de que el mar que aquél encierra (« Mar de las Antillas del Sur o del Scotia ») es parte integrante del Océano Atlántico y no del Pacífico, como podrían señalarlo las ya aludidas apariencias.

(175) PANOW, D. G. — « Sur la subdivisión de l'Antarctique en régions tectoniques ». *Dokl. Acad. Science URSS*, T. 78, Nº 5, págs. 985-988, 1 fig., Moscú, 1951. Tomado de una traducción al francés por S. Ketchian.

Los trabajos de Kosack y Panow fueron publicados casi al mismo tiempo, y ambos concuerdan en sus líneas generales. Se admite en la bibliografía que la Antártida está dividida en dos regiones estructurales; en la primera quedan comprendidas las islas subantárticas situadas entre América del Sur y la Península Antártica, considerándoselas como pertenecientes a la cintura de plegamiento alpino que encierra también a dicha península. El llamado « bloque antártico precámbrico constituye otra región estructural. Dentro del continente y de la banda de islas, distingue cuatro regiones principales:

1º Viejo bloque antártico precámbrico.
2º Plataforma antártica.
3º Región ocupada por el plegamiento Mesozoico-Cenozoico.
4º Regiones hundidas por fallas (Mares de Ross y Weddell).

El Arco de las Antillas del Sur está ubicado en la cresta oceánica subacuática que liga las estructuras de América del Sur con las de Antártida. Panow propone que se le cambie el nombre por el de « Arco de las islas Bellingshausen » por ser este navegante uno de los primeros que avistó el continente antártico.

«Las islas están compuestas por depósitos metamorfizados del Mesozoico y formaciones volcánicas jóvenes de edad terciaria. En las Sandwich del Sur, cerca de la ranura oceánica, hay vulcanismo actual. Como en otros arcos insulares, la actividad volcánica se manifiesta sobre el costado externo del arco. Los numerosos epicentros de actividad, comprendendidos aquellos de *foyer* profundo, testimonian la juventud de los movimientos tectónicos en esta región.

La comparación de los depósitos mesozoicos del arco con los de la misma edad en América del Sur pone en evidencia la analogía entre ambos; los dos grupos pertenecen a una región geosinclinal del Mesozoico. Las rocas eruptivas de las regiones consideradas confirman la analogía».

Los andes antárticos son la prolongación del arco de islas, el cual fué creado por movimientos meso-cenozoicos. En sus estructuras es característica la extensión de las facies marinas y volcanógenas, con desarrollo excepcionalmente grande de rocas eruptivas aparecidas durante el desarrollo del pliegue alpino, predominan las dioritas cuarcíferas y los granitos, estando las eruptivas jóvenes representadas por basaltos.

Para muchas islas adyacentes a la Tierra de Graham, son características las cubiertas de lavas jóvenes (fin del Terciario y comienzos del Cuaternario).

Las estructuras de los andes antárticos pueden seguirse hasta el Mar de Ross, y la prolongación de la línea de vulcanismo cenozoico, hasta las islas de Scott y Balleny. Esta línea se une a las estructuras del pliegue alpino de Nueva Zelandia; esto confirma que la plataforma del océeano Pacífico está circundada por un anillo de plegamiento alpino hacia el costado sur.

La plataforma antártica, mejor conocida hacia la depresión del Mar de Ross, está comprendida entre las estructuras alpinas de la parte occidental de Antártida y el viejo bloque resistente que ocupa la mayor parte de Antártida Oriental. En el límite de la depresión se encuentra la estructura del graben antártico, con afloramiento de un zócalo cristalino viejo recubierto por depósitos del Cámbrico y Devónico; hay también espesos niveles de depósitos continentales atravesados por doleritas. El nivel sedimentario es conocido con el nombre de Serie de Beacon.

La formación de la cuenca antártica está relacionada a una intensa remoción tectónica de la plataforma, a un estrechamiento de la región del Mar de Ross y al desarrollo de vulcanismo sobre las líneas de *morcellent*.

Hacia el sur, la depresión del Mar de Ross está limitada por fallas en bloques (montañas de Korolevy Mod), análogas a las existentes en la cuenca de la Tierra Victoria del Sur, de las que son continuación directa. Probablemente la plataforma polar y el Mar de Weddell son prolongaciones de la plataforma antártica; el último está rodeado por bloques elevados (fallados) de la cuenca de la Tierra Victoria.

Bloque Antártico: El límite entre este bloque y la plataforma está oculto bajo el glaciar continental actual, aunque arbitrariamente puede demarcárselo siguiendo los afloramientos conocidos; en el sector del océano Pacífico se lo determina según la extensión de los depósitos de la Serie de Beacon.

El resto del litoral de la Antártida Oriental se caracteriza por la extensión de las formaciones precámbricas (gneiss, esquistos cristalinos y granito). Fuera de Antártida Oriental, se desconoce en la parte litoral la presencia de rocas sedimentarias que pertenezcan a la Serie de Beacon.

Aunque no se marque así en el dibujo de Panow, me parece que el nunatak de Bertrab y sus vecinos pertenecen al viejo bloque antártico precámbrico, como se explicará en otro capítulo de este trabajo.

En Antártida Oriental la banda costera correspondiente al límite del block antártico muestra una remoción intensa, y una repartición irregular de los bloques de falla.

En su faz más activa, la remoción tectónica de las estructuras se relaciona con el Terciario.

(176) PASSEL, Ch. F. — « Sedimentary rocks of the southern Edsel Ford ranges, Marie Byrd Land, Antarctica ». *Proc. Am. Phil. Soc.*, Vol. 89,, Nº 1, págs. 123-131, Philadelphia, 1945.

Este trabajo, complementario del publicado por Warner en 1945, da al comienzo la distribución de los afloramientos de rocas sedimentarias en las sierras de Edsel Ford; véase el mapa en Warner (1945).

En el capítulo de « Interpretación estructural » establece las características de las diferentes unidades topográficas que componen la sierra. Se supone que las características estructurales del conjunto están dadas por una serie de anchos pliegues abiertos que tienen rumbo general NW-SE; tienen crenulaciones cuyos ejes son parcialmente paralelos a sus ejes mayores. Las intrusiones de granito han provocado un intrincado plegamiento posterior.

En las rocas, el cuarzo, es el mineral más abundante. La mayoría de los granos son subangulares hasta redondeados (más bien angulares si juzgamos por las fotografías publicadas). El material cementante contiene mucho cuarzo cristalino finamente dividido.

Los granos muestran generalmente extinción ondulada y las secciones basales dan con frecuencia una figura biaxial de interferencia. Muchos contienen inclusiones de rutilo y zircón. Forman el 50 a 60 % de los constituyentes gruesos.

Hay algunos rodados incluídos; los de mayor tamaño son cuarcíticos y es probable que deriven de cuarcitas de grano fino.

La presencia de carbonato (comunmente calcita), parece estar limitada a la sierra de Claude Swanson y al grupo 231 —se recomienda al lector seguir la descripción con el mapa de Warner— mientras que en los grupos 205, 307 y 330 es notable la pobreza de esta sal en las areniscas de la región.

La sericita es, en la mayoría de los casos, el mineral que sigue al cuarzo en importancia. Se la encuentra en toda la región estudiada y sus componentes, finos y entrelazados en la matriz, tienen disposición subparalela, lo cual da a la roca una apariencia semiesquistosa.

La muscovita también se encuentra en todas partes, con escamas grandes, semiangulares y muchas veces con apariencia de carcomidas. La biotita, en cambio, está escasamente distribuída en estos sedimentos; en algunas partes (grupo 237 por ejemplo) no existe. Hacia el E es abundante en el grupo 230.

La clorita, en escamas grandes, nunca es abundante; a menudo, en intercrecimiento con muscovita.

En todos los cortes estudiados hay pequeñas cantidades de plagioclasa, generalmente albita. Se identificaron algunos granos de microclino pertítico.

La ilmenita y leucoxeno, que en la mayoría de los casos alcanzan al 5 % del total, se encuentran en todos los sedimentos. La titanita sólo está presente como granos aislados.

Apatita, como mineral accesorio, es visible en todas las muestras. La hematita y limonita varían mucho de una muestra a otra.

Los sedimentos, en estratos que rara vez sobrepasan los 3 m de espesor, consisten en alternancias de *shales* y areniscas, ambos poco metaformizados. La potencia de la serie se estima en 4.500 m. Como apéndice al trabajo, Warnes agrega datos interesantes: « En los sedimentos más gruesos el diámetro máximo de los granos es algo menos que 1 mm. La relación diámetro máximo-mínimo es alrededor de 3,2. Las partículas más finas tienen tamaño submicroscópico.

Las determinaciones cualitativas se vieron obstaculizadas por la textura fina y la induración avanzada de las rocas. Apreciando rodados de cuarzo, de plagioclasa y minerales accesorios como arena, todo el carbonato como calcáreo y las micas y matriz restante como arcilla, se obtuvo: arena, 30 a 70 %; arcilla, 25 a 40 %; calcáreo, de 0 a 25 %.

En la sección central oeste de las sierras la composición de los sedimentos es diferente a la encontrada en los montes Haines y Garland Hershey. Entre los picos 235 y 241 las muestras parecen contener 50 a 60 % de cuarzo y 0 hasta 15 % de carbonato; en cambio entre los picos vecinos, contienen 30 a 50 % de cuarzo y 0 a 15 % de carbonato.

Los sedimentos originales no han sido muy modificados por metamorfismo; salvo en la vecindad de los contactos, han sufrido un proceso de induración más que de recristalización. Sin embargo, dado que esa induración es avanzada, resulta más apropiado designarlos con el correspondiente nombre metamórfico que con sus equivalentes sedimentarios.

Casi todas las muestras pueden ser clasificadas como cuarcitas,

pizarras y tipos gradacionales entre ambas. Todos los miembros arcillosos tienen clivaje bien desarrollado, de modo que difícilmente podría llamárseles argillitas. Cerca de los granitos, la biotita se hace prominente y la roca adquiere esquistosidad. Hay filitas transicionales entre las pizarras con cuarzo y los esquistos biotíticos y en ellas la sericita orientada produce una foliación notable ».

A continuación se reproduce (fig. 8) el bosquejo que acompaña al trabajo.

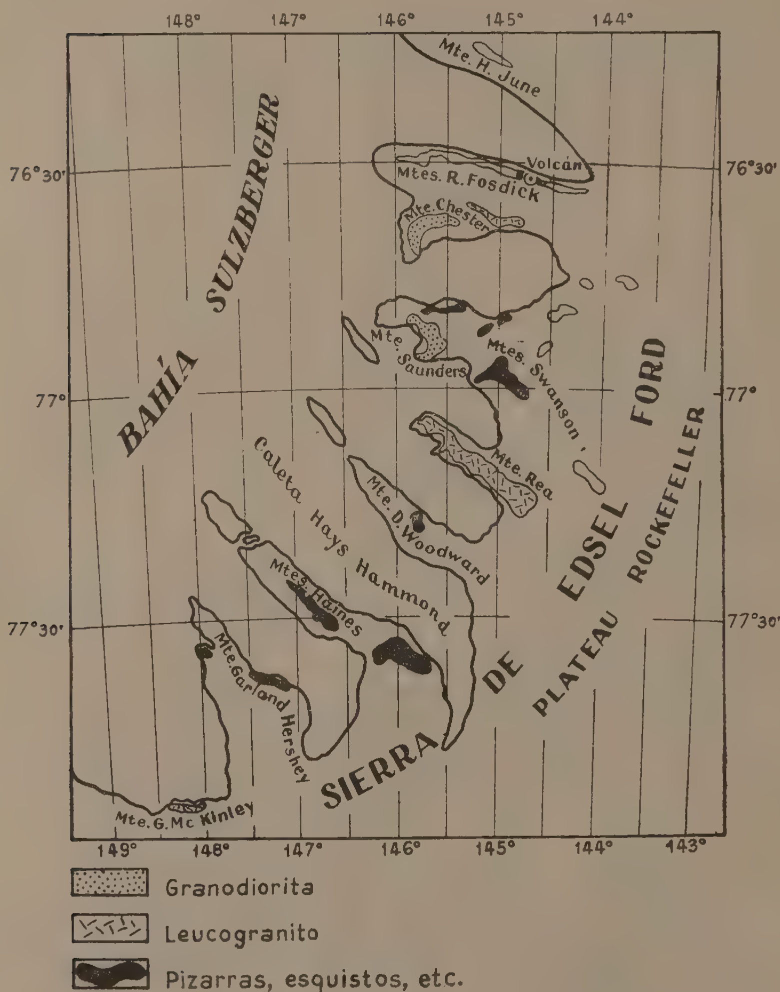


FIG. 8. — Bosquejo geológico de la parte sur de la sierra Edsel Ford, según Passel (1945).

(177) PELIKAN, A. — « Petrographische Untersuchung der Gesteinproben. » *Exped. antarc. belge. Résultats du voyage du S Y. « Bélgica »*. Rapp. Sc., V, Océanographie et Géologie., 43 págs. 3 pl., J. E. Buschmann, Anvers 1909.

Estudia petrográficamente algunas rocas de la Costa Danco e islas al oeste de la misma, entre las latitudes 64° y 65° S. Hay descripción de granitos, diorita cuarcífera, diorita augítica, pórfido con ortosa, diorita porfirítica, porfirita gábbrica, diabasa, toba, basalto, andesita y rocas de diques.

	1	2	3	4	5	6	7
SiO_2	62,97	56,30	55,33	55,27	53,03	51,16	45,84
TiO_2	0,10	0,06	0,14	tr	0,06	0,07	0,18
Al_2O_3	14,75	15,91	14,72	16,59	15,78	16,12	20,42
Fe_2O_3	2,98	3,15	6,11	6,03	3,12	7,09	6,51
FeO	3,31	6,38	5,34	5,81	5,63	7,24	6,64
MnO	0,17	tr	0,18	tr	tr	0,15	tr
MgO	2,12	3,64	3,91	2,80	6,39	3,68	4,85
CaO	5,51	8,10	7,56	6,65	10,41	8,55	13,27
Na_2O	3,78	3,41	3,23	4,23	2,60	3,33	1,13
K_2O	1,21	1,17	1,26	0,64	0,69	0,57	0,23
H_2O tot.	2,15	1,74	1,57	1,59	1,44	1,52	1,27
P_2O_5	0,07	0,16	0,53	0,52	—	0,96	0,04
	99,12	100,02	99,88	100,13	99,15	100,44	100,38

1. Malchita; isla Banck, en el archipiélago de Palmer.
2. Diorita cuarcífera; isla Two Hummocks (Dos Mogotes).
3. Diorita cuarcífera augítica; isla Moreno, en el archipiélago de Palmer.
4. Diorita cuarcífera; cabo Anna, Costa Danco.
5. Gabbro; isla Amberes, en el archipiélago de Palmer.
6. Diorita augítica; isla Moreno.
7. Gabbro; isla Bob, aguas afuera de la costa E. de isla Wiencke.

(178) PETERSEN, J. — « Die Reisen des *Jason* und der *Hertha* in das Antarktische Meer 1893-1894, und die wissenschaflichen Ergebnisse dieser Reisen ». *Mitt. Geogr. Ges. Hamburg*. Vol. 10, 1891-1892, págs. 245-298, Hamburg, 1895.

Ya en 1895 Petersen describió el basalto del « Volcán Christensen », dando este nombre al monte Christen Christensen, que se levanta en la isla Robertson, algo al sur de la Costa de Nordenskjöld (costa oriental de la Península Antártica).

Por lo que he visto en mis campañas, la isla Robertson está compuesta por sedimentos muy semejantes a los del norte de Snow Hill, y contiene una fauna que posiblemente es supracretácica. El monte no es basáltico pero los sedimentos que lo forman están atravesa-

dos por diques delgados de basalto; es posible que la descripción de Petersen se refiera a los mismos.

(179) PRIESTLEY, R. E. — « Scientific Results of the Western Journey Section I, Geological and Geographical ».
En: Shackleton E. H. *The heart of the Antarctic*, Vol. II, Appendix III, págs. 315-322, London, 1909.

Los apéndices II y III de la publicación de Shackleton están dedicados, respectivamente a *Observaciones Geológicas en Antártida* (por DAVID, E. T. W. y PRIESTLEY, R. E.) y *Resultados científicos del viaje hacia el Oeste: Geología y Geografía* (por PRIESTLEY, R. E.).

En el apéndice II los autores se refieren a los descubrimientos de Nordenskjöld, Larsen, Andersson, Bruce, Charcot, Arctowski, Ross, Borchgrevink y Ferrar.

Para la región de la isla Ross citan traquitas, kenitas y basaltos; las primeras parecen ser las efusivas más viejas, siendo los basaltos las más jóvenes.

Opinan que las rocas más viejas observadas en la costa Este de la Tierra Victoria del Sur son gneisses bandeados, granito gnéissico, granodiorita y diorita rica en esfeno; en algunos puntos (cabo Bernacchi) se intercalan en el gneiss estratos de caliza cristalina blanca de grano muy grueso y también esquistos con turmalina negra y epidoto.

Como rocas paleozoicas citan fragmentos sueltos de pizarra gris verdoso, coleccionadas en la superficie del glaciar que se extiende entre los montes Hope y The Cloudmaker, aproximadamente a los 84° Sur.

En cabo Royds (isla Ross) encontraron erráticos de *Chert* (sílice criptocristalina) con radiolarios.

La Serie de Beacon fué reconocida y explorada hasta los 85° Sur; en esa latitud se presenta como un complejo de 450 m de espesor formado de arriba hacia abajo por:

150 m de arenisca.

90 m de arenisca con *shales* intercalados. Hay alrededor de 7 mantos carbonosos, entre los que se intercalan lutitas. Un ejemplo es:

0,30 m manto de carbón.
Estratos.
2,10 m Manto de carbón con intercalaciones.
Estratos.
1,50 m Manto de carbón aparentemente puro.
Estratos.
0,90 m Manto de carbón menos puro que el anterior.
Estratos.
0,90 m Manto de carbón.
Estratos.

0,90 m Manto de carbón.
Estratos.
0,90 m Manto de carbón.
210 m (aproximadamente) de arenisca con rodados de cuarzo (25 a 50 mm de diámetro) en los estratos inferiores.

En la morena mediana «debajo del gran nunatak en 85° Sur» se obtuvo un fragmento de arenisca conteniendo restos de madera fósil, clasificada por E. J. Goddard como «porción de una conífera».

Más adelante David y Priestley se refieren a las playas sobreelevadas de los faldeos occidentales de isla Ross, de la desembocadura del glaciar Ferrar y del sudeste de monte Larsen. Basan la observación en depósitos terroso-arenosos que cubren pequeñas extensiones, con *Pecten*, *Serpula*, foraminíferos (*Bilocutina*), esponjas silíceas, *Dentalium*, *Chiton*, corales y otros restos de organismos marinos.

Por lo que he observado personalmente en Antártida creo que estas «playas sobreelevadas» no represenntan un fenómeno geológico. Son manchones de materiales provenientes de fondos marinos acarreados por los témpanos; véase lo dicho en David E. T. W y Priestley, R. E. (1914). También Debenham (1919) coincide con esta interpretación.

En el Apéndice III, Priestley da, para ambos bordes del glaciar Ferrar, la siguiente sucesión estratigráfica:

1. En la base gruesa una serie de gneisses y esquistos.
2. Una masa de granito intruída por dolerita, en discordancia sobre la anterior.
3. Una cubierta, en discordancia, de rocas sedimentarias entre las que se intercalan colcánicas (Serie de Beacon).

(180) PRIESTLEY, R. E. and TILLEY, C. E. — «Geological problems of Antarctica». En: Problems of Polar Research, *American Geograph. Soc. Special Publ.*, Nº 7, págs. 315-330, New York, 1928.

Los autores resumen el estado del conocimiento geológico en Antártida hasta 1927. Comentan primero la gran profundidad del Shelf y se refieren luego a la pobreza de afloramientos rocosos en el altiplano central, que alcanza alturas de 3.300 metros.

La parte geológicamente más conocida es la correspondiente al cuadrante australiano, desde el Este del mar de Ross hasta la Tierra de la Reina María.

La Tierra de Adélie es un enorme *plateau* que alcanza alturas de 1.800 metros a unos 200 km «tierra adentro». En ella, las rocas de la base son análogas a las existentes en la Tierra Victoria del Sur; ambas forman una sola unidad tectónica. En el trabajo se resume como sigue la geología correspondiente al recien citado cuadrante:

Precámbrico inferior.

Paragneisses, esquistos, calizas cristalinas, rocas calcio-silicatadas.

Precámbrico superior, o Paleozoico inferior.

Formación de bahía Robertson, con pizarras y grauvackas. Granitos más jóvenes, dioritas con esfeno, lamprofiro, pórfidos, etc.

Cámbrico.

Fragmentos de calizas en las brechas del glaciar Beardmore, con *Archaeocyathus*, *Protopharetra* y *Epiphyton*.

Devónico.

Shales (estuariales?) de puerto Granito, con escamas de peces. Probablemente forman la base de la arenisca de Beacon.

Permo-carbonífero hasta Rético.

Arenisca de Beacon (1.500 metros) con fragmentos de madera fosilizada; lechos carbonosos; *Glossopteris indica*, *Rhexoxylon priestleyi*, *Vertebraria*, etc.

Jurásico superior o Cretácico.

Doleritas cuarcíferas en sills y diques intruídas en los granitos más jóvenes y en la arenisca de Beacon. Hasta 600 m de espesor.

Fin del Terciario.

Tobas palagoníticas, limburgitas, kenitas, traquitas, fonolitas, etc. en los montes Erebus, Discovery, Melbourne, isla Posesión, cabo Adare, etcétera.

Reciente.

Morenas a varios niveles, playas sobreelevadas, lavas keníticas del monte Erebus.

El cuadrante africano es sólo conocido en la zona del Gaussberg, volcán extinguido compuesto por basalto leucítico que contiene fragmentos de un gneiss con piroxeno, y xenolitos con picotita, olivina, broncita y augita. Las rocas de la base sólo aparecen, según se cree, en las morenas; ellas contienen bloques de sedimentos metamorfoseados tales como paragneisses con granate, sillamanita o cordierita, gneises ígneos y granitos con microclino. También se han encontrado anfibolitas metamórficas, cuarcita, caliza cristalina y areniscas.

En el cuadrante Pacífico son más conocidos los montes Alexandra (lat. 77° S.). Las rocas que coleccionó Prestrud en los Nunataks de Scott fueron determinadas como « granito blanco », granodiorita, diorita con hornblenda y cuarzo biotítico, y esquistos dioríticos.

Los datos que los autores dan para el Cuadrante Americano (casi todos referentes a la Península Antártica) ya han sido ampliamente comentados en otros títulos de esta bibliografía; Priestley y Tilley no aportan novedades en este aspecto.

(181) Priem, M. F. — «L'extension ancienne des terres autrales». *Ann.* de Geograph., Vol. 4, págs. 92-100, Paris, 1894.

(*Continuará*)

SECCIÓN CONFERENCIAS

LA INDUSTRIA PETROQUIMICA

POR EL INGENIERO

ENRIQUE P. CANEPA

La industrialización del petróleo tiene por objetivo la obtención o elaboración de productos contenidos o derivados de dicho «mineral», con el máximo de rendimiento y el mínimo de pérdidas.

Las primeras operaciones de fraccionamiento se efectúan en los yacimientos, en las cercanías de los pozos. En la gran mayoría de los casos el petróleo como «mineral», contiene la serie completa de los hidrocarburos parafínicos livianos: metano, etano, propano, butanos, pentanos, hexanos, etc., absorbidos y disueltos en la fase líquida.

Por medio de «separadores de gas» instalados en la cañería de surgencia entre cada pozo y las «baterías» de tanques de medición y maniobra, se efectúa la expansión desde la presión a que surge el «mineral», hasta la presión atmósferica y simultáneamente se equilibra la temperatura de los flúidos con la vigente en la atmósfera, separándose así una parte líquida y otra gaseosa según vimos en nueetra anterior exposición al hablar del *«diagrama de fases»*.

El *petróleo «crudo»* así obtenido como fase líquida es bombeado de los tanques de «batería» a una instalación central de estabilización almacenaje y embarque.

La *estabilización* consiste en una separación más perfecta de todo el metano, etano y propano que haya quedado absorbido en el líquido, dejando en el mismo todo el butano que pueda admitir en solución, sin sobrepasar el petróleo «crudo» una determinada «tensión de vapor» suficientemente baja para moderar las pérdidas por evaporación en el almacenaje y transporte.

El *gas* separado al pié de los pozos contiene principalmente metano, etano, propano y los dos butanos, el normal y el isobutano,

pero es llamado húmedo porque arrastra además un cierto porcentaje de «gasolina» compuesta de pentanos, hexanss, heptanos y en pequeña proporción octanos y nonanos que son los principales componentes de la *nafta* para motores de explosión.

Este «*gas húmedo*» es llevado por cañerías desde los separadores a una planta de extracción y fraccionamiento donde después de juntarse con el gas húmedo de la planta estabilizadora se le extraen por procedimientos de *absorción* los hidrocarburos licuables y se fraccionan estos a continuación, en general en 3 cortes: *propano, butanos* y *gasolina* (que reune los pentanos y mayores). Esta última puede mezclarse con el petróleo crudo para el transporte, si no tiene consumo local, mientras que el propano y los butanos deben ser manipulados y transportados por separado bajo presión.

El «*gas seco*» que sale de la planta de extracción, contiene normalmente un 87 % de metano, 10 % de etano y 3 % entre nitrógeno, óxigeno,azufre como impurezas, composición que es análoga a la del «*gas natural*» que se encuentra en los *yacimientos gasíferos* en los cuales el gas no está en contacto con una acumulación de petróleo líquido. Existen como sabemos además yacimientos de « *gas húmedo* », con o sin conexión con yacimientos de petróleo, y en este caso también una vez extraída *la gasolina, los butanos y el propano,* la composición del gas seco remanente es análoga a la arriba citada. Al hablar de *gas natural* nos referimos entonces a todo el gas que se encuentra en los yacimientos del subsuelo y que tiene aproximadamente la composición del metano y etano arriba expresada, tanto el que se encuentra sólo en estado « seco » como el que se obtiene del « gas húmedo », y del mineral petróleo después de extraídos la gasolina, los butanos y el propano.

Si incluímos a la gasolina en el *petróleo crudo,* y comprendemos a los butanos y al propano bajo la denominación de *gas líquido* = G. L. (liquid petroleum gas = L. P. G. en las estadísticas norteamericanas), tenemos quec on el primer fraccionamiento realizado en los yacimientos, la *producción minera de petróleo* queda dividida en 3 items:

1. — Petróleo crudo, en m^3 a 15 °C (En EE.UU. en barriles a 60° F).

2. — Gas líquido en lts. a 15 °C (En EE.UU. en galones a 60° F).
3. — Gas natural, en m^3 a 1 kg/cm a 15 °C (En EE.UU. en pié cúbicos a 14,7 lbs/pul^2 a 60° F).

Desde hace unos 10 años se está dando en EE. UU. la *producción minera de petróleo* discriminada e integrada en estos 3 items y tal práctica se ha extendido ya a varios otros países productores. En nuestro país tan sólo se ha registrado hasta ahora la producción de *petróleo crudo,* mientras que solamente en forma incompleta se han dado algunas cifras de producción de *gas natural* y muy rara vez algún dato sobre la producción de *gas líquido* obtenido en los yacimientos.

Sería conveniente que en adelante se llevara la *estadística de la producción minera de petróleo* completa es decir registrando los 3 items: *petróleo crudo, gas líquido* y *gas natural,* medidos en volumen tal como se efectúa en los yacimientos. Debe darse también la densidad media del petróleo crudo en cada yacimiento. Las densidades del butano y propano son conocidas (0.600 y 0.585 respectivamente) e igualmente el peso específico del gas natural (0.77 kgs/m^3). Se puede entonces integrar la *producción minera de petróleo en toneladas.*

Procediendo de esta manera se verá que los items 2 y 3 son también muy importantes y aumentan su magnitud en comparación con el iteh 1 si se hace el balance *en calorías* como corresponde por su aplicación preponderante: la de *combustible.*

En efecto el *gas natural* tiene un poder calorífico inferior de 12.900 Cal/kg y el *gas líquido* de 11.700 Cal/kg mientras que el *petróleo crudo* en promedio tiene solamente 10.200 Cal/kg.

Expresando los items 1, 2 y 3 en calorías se comprueba en EE. UU. que los items 2 y 3 juntos representan ya más del 85 % del item 1 y este porcentaje va en aumento de año en año, a medida que se aumentan las facilidades de transporte por gasoductos y se suprimen las pérdidas de gas en la atmósfera. Puede estimarse que los items 2 y 3 llegarán a ser pronto tan importantes juntos como el item 1 y que lo mismo ocurrirá en la producción petrolífera de la Argentina dentro de breves años.

El *petróleo crudo* estabilizado es transportado por medio de vagones tanque, buques tanques u oleoductos desde los yacimien-

tos hasta las destilerías, siendo la cercanía de los centros de consumo la ubicación económicamente más conveniente para estas últimas.

En las destilerías se fracciona primeramente el petróleo crudo por destilación atmosférica y al vacío obteniéndose como destilados: nafta liviana, nafta pesada, kerosene, gas oil liviano y gas oil pesado y un residuo que o bien es usado para elaborar aceites lubricantes, parafinas y asfaltos o bien es sometido a un cracking térmico para producir más nafta y gas oil. Los cortes de gas oil de los dos procesos anteriores pasan al *cracking catalítico* (el cracking térmico del gas oil tiende a desaparecer), previa desulfuración si fuera necesario. Igualmente los cortes de nafta pesada pasan a *reformación catalítica.* Ambos procesos catalíticos producen componentes para naftas de aviación y de automóvil de elevado número de octano. Si se requiere mayor antidetonancia aún en dichas naftas, se superfracciona el corte de nafta liviana de la destilación atmosférica, separándose los isopentanos e isohexanos, y se someten a *isomerización catalítica* al pentano y al hexano normal obteniéndose isopentano y neoexano. En una planta de recuperación de vapores se pasa todo el gas producido en el proceso de cracking térmico del residuo y en los diferentes procesos catalíticos, separándose el metano, etano, etileno, propano, propileno, butano, isobutano, butileno e isobutileno y también el hidrógeno que en aquellos últimos también se produce. De estos hidrocarburos se destinan el propileno y los butilenos para hacer más nafta en una planta catalítica de *polimerización;* el isobutano y parte de los butenos en debida proporción pasan a la planta de *alkylación* para elaborar más nafta de aviación; el hidrógeno se emplea para la refinación de ciertos cortes de nafta y por último el propano y el butano normal se despachan como *gas líquido,* que se agrega al producido en los yacimientos. Por último se separa el más liviano de los no saturados, *el etileno.* Queda como remanente el metano y el etano, los cuales juntos forman el *gas de destilería* que viene a sumarse al *gas natural* de los yacimientos.

Los no saturados más livianos sobrantes que son todo *el etileno* y los sobrantes de *propileno* y *butileno* son materias primas directas muy valiosas para *la industria petroquímica,* de la que pasamos a ocuparnos a continuación.

En las *destilerías de petróleo* se elaboran como productos finales, 1) *combustibles líquidos*: naftas (aviación y automóvil), kerosenes (de alumbrado, para aviones a chorro y para tractores), gas oils (para motores Diesel y para calefacción) y fuel oils (para motores diesel grandes, para calderas y hornos en usinas, barcos locomotoras e industrias varias); 2) Solventes varios para industrias; 3) Aceites y grasas lubricantes; 4) Parafinas y vaselinas; 5) Asfaltos.

En la *industria petroquímica* se elaboran partiendo también directamente de hidrocarburos del «mineral» petróleo o de algunos productos de las destilerías, más de 100 *productos petroquímicos intermedios* es decir elementos y compuestos químicos obtenidos del «petróleo» que intervienen después en la elaboración de millares de productos finales de los más variados usos y aplicaciones en la industria de los solventes, los detergentes, los anticongelantes, los plásticos, las fibras téxtiles sintéticas, las pinturas, las resinas, los adhesivos, los explosivos, los cauchos sintéticos, abonos, insecticidas, yerbicidas y muchos otros productos.

La importancia económica que están tomando *las industrias petroquímicas* en la industrialización del petróleo llegará pronto a equiparse a la de las *destilerías* que elaboran los combustibles y lubricantes.

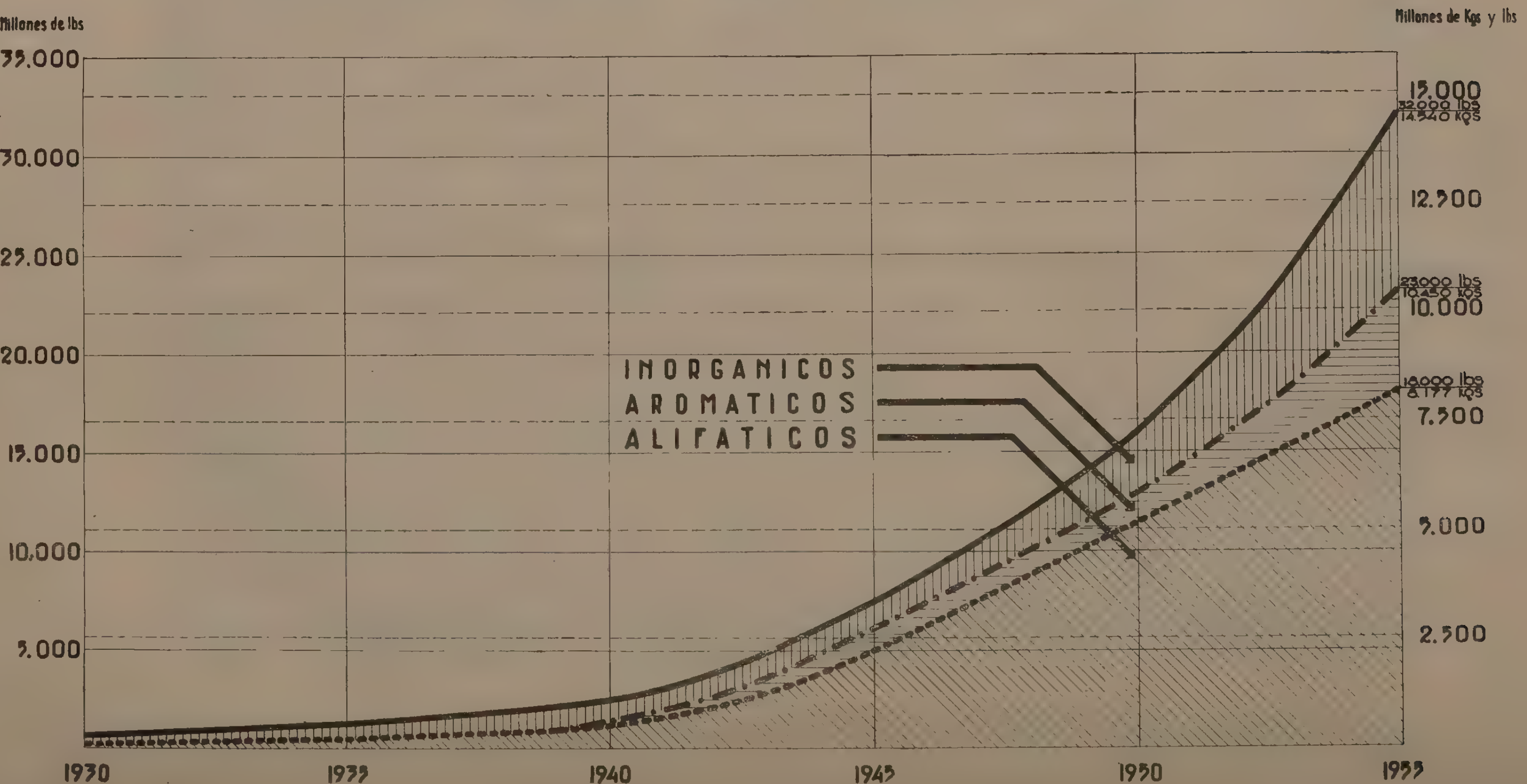
La Fig. 1 muestra el desarrollo que ha tenido la *industria petroquímica* en Estados Unidos discriminando los *productos petroquímicos intermedios,* que arriba hemos definido, en 3 grupos:

1) Los alifáticos ocupan el primer lugar estimándose que en 1956 su producción alcanzó unos 9.000.000 de toneladas. Entre ellos podemos citar el metanol, el etanol, el formaldehido, el óxido de etileno, el cloruro de etilo, el cloruro de etileno, los glicoles, las etanolaminas, el acrilonitrilo, el acetaldehido, el acetato de etilo, el ácido acético, el anhídrido acético, el ácido cianhídrico, el cloruro de vinilo, el vinil acetileno, el cloropene, la úrea, el isopropanol, el glicerol, el butadieno, el isopreno y otros más en número total de unos 50.

2) Los *aromáticos*. Se estima que su producción fué de unos 3.000.000 tons. en 1956 comprobándose un incremento más rápido que en el de la producción de alifáticos. Entre los productos petroquímicos intermedios aromáticos están aquí incluídos: el

PRODUCCION PETROQUIMICA DE E.U. DE NORTE AMERICA

PRODUCTOS PETROQUIMICOS INTERMEDIOS
(excluídos productos crudos y productos finales)



etilbenceno, el estireno, el fenol, el anhídrido ftálico y el cumeno.

3) Los *inorgánicos*. Se estima para 1956 una producción de 5.000.000 tons. Hay 3 principalmente: *el negro de humo* que es carbono puro en estado impalpable, el *amoníaco* obtenido extrayendo el hidrógeno del gas natural y el nitrógeno del aire y el *ácido sulfúrico* obtenido con el azufre contenido en la mayoría de los petróleos.

La producción total de *productos petroquímicos intermedios* de EE. UU. sería entonces del orden de unos 17.000.000 de toneladas para 1956, y prácticamente toda ella es consumida en el mismo país en sus industrias que elaboran los productos finales antes citados.

En la Argentina no existen estadísticas fidedignas a este respecto. Tomando los datos de importación y de producción de algunos *productos intermedios* que podría elaborar nuestra *industria petroquímica* cuando ella se desarrolle, tendríamos que en la actualidad habría un consumo anual de unas *80.000 tons.* en cuya cifra están incluídos como items principales unas 25.000 tons. de caucho, 13.000 tons. de resinas y 11.000 tons. de sulfato de amonio que son en realidad productos finales pero dan una idea de los productos petroquímicos intermedios que para elaborarlos serían necesarios.

Esta cifra de 80.000 tons. anuales es muy baja. Si tomamos aquellas 17.000.000 de tons/año de EE. UU. con 170.000.000 de habitantes tendríamos un promedio de 100 kg/año/habitante de consumo de productos petroquímicos intermedios. Nuestro país con 19.000.000 de habitantes si tuviese igual nivel industrial podría entonces consumir 1.900.000 tons/año de dichos productos, pero tomando la relación de 1 a 4,5 que aproximadamente existe entre los consumos de petróleo de ambos países por habitante, como índice del nivel industrial, nos correspondería un consumo de *444.000 tons/año.* De esta cifra aproximadamente un 40 % es *materia prima* constituída por hidrocarburos del petróleo (carbono e hidrógeno de esa proveniencia) y el 60 % restante es nitrógeno del aire, oxígeno del agua y del aire, cloro de la sal común, es decir elementos que abundan y están a mano. Se emplearían entonces como materia prima para los productos petro-

químicos intermedios unas 178.000 tons/año de hidrocarburos obtenibles del petróleo lo que representa solamente un 1,2 % de nuestro actual consumo total de petróleo y gas (unas 15.000.000 tons/año).

Análoga proporción de alrededor de 1,2 % sobre el consumo de petróleo y gas de EE. UU. representan los hidrocarburos usados como materia prima en la industria petroquímica de aquel gran país.

El valor de venta de los productos intermedios petroquímicos producidos con ese pequeño percentaje representa ya más del 50 % del valor total de la producción petrolífera de EE. UU. que es superior a unos 8.000 millones de dólares.

Todas las cifras antes citadas son aproximadas y el único objeto que perseguimos al consignarlas es el de destacar los siguientes hechos:

— La industria petroquímica que recien empezó a desarrollarse en EE. UU. al estallar la segunda guerra mundial (1940), ocupa ya un lugar destacado, pues se ha desarrollado y sigue creciendo en aquel país con gran rapidez.

— Esta gran industria distrae solamente un pequeño porcentaje del petróleo, como materia prima, de los usos habituales para combustible, lubricantes y otras aplicaciones directas de las mezclas de hidrocarburos, transfiriéndolo para la elaboración de productos químicos industriales de gran pureza.

— La valorización que se obtiene con las industrias petroquímicas es muy superior a la que se obtiene con la industrialización del petróleo en las destilerías.

— En nuestro país prácticamente no existe la industria petroquímica. Las reducidas cantidades que se utilizan de productos químicos que podrían elaborarse partiendo de los hidrocarburos del petróleo, se importan. Ello explica su escasa aplicación debido al elevado precio y sobre todo debido a las dificultades que se tienen para obtener divisas lo que da inseguridad a las industrias basadas en tales productos petroquímicos intermedios.

— Como disponemos ampliamente de materia prima, y ésta irá en aumento tan pronto se normalice la industria nacional del petróleo consideramos lógico y razonable que se inicie y desarrolle cuanto antes la industria petroquímica en nuestro país, ponién-

donos a un nivel por lo menos similar al que tenemos en materia de combustibles.

En el cuadro Nº 1 figuran los 12 hidrocarburos que principalmente se usan como *materia prima* para la elaboración de *productos petroquímicos intermedios* y se da su fuente de provisión en la industria del petróleo. De los 12, los 8 primeros son alifáticos, y de estos 5 (el metano, etano, propano, los butanos y los pentanos) son saturados y se encuentran con gran abundancia en el «mineral» de los yacimientos mientras que 3 (el etileno, el propileno y los butenos) son no saturados olefínicos y no se encuentran en el petróleo, si no que se producen en las destilerías o tienen que ser elaborados expresamente partiendo del etano, el propano y los butanos. De los cuatro restantes que son cíclicos, uno el ciclohexano pertenece a la serie nafténica y los otros tres (benceno, tolueno y xileno) a la aromática y se encuentran en cierta proporción en algunos petróleos pero en su mayor parte son producidos en los procesos catalíticos de las destilerías, destinados a mejorar el «numero de octano» de las naftas.

Fuera del *metano* los demás alifáticos saturados solamente son usados como materia de partida para obtener los 3 olefínicos (etileno, propileno y butilenos) que son las materias primas por excelencia para la elaboración de la casi totalidad de los *intermedios petroquímicos alifáticos.*

Igualmente los 3 aromáticos, benceno, tolueno, y xileno, en escale descendente en cuanto a importancia económica, son las 3 materias primas principales para la elaboración de los *intermedios petroquímicos aromáticos.*

Con esos 7 hidrocarburos: el metano, el más simple de los parafínicos, los 3 olefínicos más livianos y los 3 aromáticos más simple, podemos prácticamente elaborar *todos* los *productos petroquímicos intermedios.*

Cabe destacar que dichos 7 hidrocarburos no solamente los podemos producir como resultantes obligados secundarios en las *destilerías* al elaborar las naftas de elevado «número de octano» sino que cualquier fracción del petróleo, desde la nafta hasta el fuel oil o resíduo más pesado, puede sar transformada por cracking catalítico a elevada temperatura en un gas «pesado» que contiene esos 7 productos en cantidades que pueden ser extraídas económicamente en escala industrial.

INDUSTRIAS PETROQUIMICAS

HIDROCARBUROS usados como MATERIAS PRIMAS
(productos crudos)

HIDROCARBURO	FORMULA MOLECULAR	FORMULA ESTRUCTURAL	SERIE HOMOLOGA	FUENTE DE PROVISION EN LA INDUSTRIA DEL PETROLEO
1. METANO	$C\ H_4$	H–C(H)(H)–H	Parafínica	Gas seco: Natural
2. ETANO	$C_2 H_6$	H–C(H)(H)–C(H)(H)–H	Parafínica	Gas seco: De destilería
3. ETILENO	$C_2 H_4$	$H_2C=CH_2$	Olefínica	Gas de destilería y por cracking de etano y propano.
4. PROPANO	$C_3 H_8$	$CH_3.CH_2.CH_3$	Parafínica	Gas húmedo: Natural
5. BUTANO: ⅓ ISOBUTANO, ⅔ BUTANO N.	$C_4 H_{10}$, $C_4 H_{10}$	$CH_3.CH(CH_3).CH_3$; $CH_3.CH_2.CH_2.CH_3$	Parafínica	Gas húmedo: De destilería
6. PROPILENO o PROPENO	$C_3 H_6$	$CH_3.CH=CH_2$	Olefínica	Gas de destilería y por craking y deshidrogenación del propano y butanos.
7. BUTILENO: ISOBUTENO, BUTENO N.	$C_4 H_8$, $C_4 H_8$	$CH_3-C(CH_3)=CH_2$; $CH_3.CH=CH.CH_3$	Olefínica	
8. PENTANOS	$C_5 H_{12}$	$CH_3.CH_2.CH_2.CH_2.CH_3$	Parafínica	Gasolina y nafta primaria por destilación fraccionada.
9. CICLOHEXANO	$C_6 H_{12}$	H_2C, CH_2, CH_2, CH_2, H_2C, H_2C (anillo)	Nafténica	Gasolina y nafta primaria por destilación fraccionada y por reformación catalítica.
10. BENCENO o BENZOL	$C_6 H_6$	CH, CH, CH, CH, HC, HC (anillo)	Aromática	Por destilación fraccionada de algunos raros petróleos. Por deshidrogenación y ciclización catalítica de los parafínicos y nafténicos C_6, C_7 y C_8 (Platforming, Hidroforming, Ultraforming, Orthoforming, etc.)
11. TOLUENO o TOLUOL	$C_7 H_8$	$C.CH_3$, CH, CH, CH, HC, HC (anillo)	Aromática	
12. XILENO o XILOL	$C_8 H_{10}$	$C.CH_3$, CH, $C.CH_3$, CH, HC, HC (anillo)	Aromática	

Cuadro 1

COMPUESTOS ELABORADOS CON EL METANO

PROCESO BASICO	PRODUCTOS INTERMEDIOS	PETROQUIMICOS	PRODUCTOS FINALES Y APLICACIONES
A. REFORMACION con óxido de niquel $CH_4 + H_2O \longrightarrow CO + 3H_2$ o bien $3CH_4 + CO_2 + 2H_2O \longrightarrow 4CO + 8H_2$ Baja presión 750 - 900° C	**ELABORACION DE METANOL** a) $CO + 2H_2 \xrightarrow{ZnO} CH_3.OH$ 300 Atm. 300 - 350° C	**ELABORACION DE FORMALDEHIDO** $CH_3OH + O \longrightarrow HCOH + H_2O$	. Plásticos fenólicos . Plásticos de úrea . Industrias textil, colorantes, cueros
	ELABORACION DE AMONIACO b) Proceso convencional fig. 2 Proceso de oxidación parcial fig. 3	. Acido nítrico . Sulfato de amonio . Urea . Isoprene . Rayón acetato	. Abonos - Explosivos . Plásticos de úrea . Caucho . Fibras textiles
	PROCESOS FISCHER-TROPSH c) $CO + H_2 \xrightarrow{\text{alcali y hierro}}$ 100 - 150 Atm. 300 - 430° C	. Alcoholes etílico, propílico, etc. . Aldehidos . Cetonas . Acidos acético, propiónico, etc. . Esteres	. Solventes . Combustibles . Plásticos, etc.
B. CLORACION a) Cloración térmica b) Fotocloración	a) Cloruro de metilo $CH_3.Cl$ Cloruro de metileno $CH_2.Cl_2$ Cloroformo $CH.Cl_3$ b Tetracloruro de carbono $C.Cl_4$		. Dow Chemical C° . Proceso Holchst (Lummus)
C. OXIDACION $4CH_4 + O_2 \longrightarrow C_2H_2 + 2CO + 7H_2$ 1.550° C	a) **ELABORACION DE ACETILENO** $4CH_4 + O_2 \longrightarrow C_2H_2 + 2CO + 7H_2$ 1er pase: 8% C_2H_2, 4,4% CH_4, 26% CO, 4% CO_2 y 55% H_2 b) **ELABORACION DE ACIDO CIANHIDRICO** $2CH_4 + 3O_2 + 2NH_3 \xrightarrow{\text{Aleación de platino}} 2HCN + 6H_2O$ 1.000 - 1.200° C	**ELABORACION DE ACRILONITRILO** $C_2H_2 + HCN \xrightarrow{\text{sol. cloruro de cobre}} CH_2.CHCN$ **ELABORACION DE CLORURO DE VINILO** $C_2H_2 + HCl \xrightarrow{Hg} CH_2:CHCl$ **ELABORACION DE VINIL ACETILENO** $2C_2H_2 + HCl \xrightarrow{\text{sol. } Cl_2Cu} CH_2:CH.C:CH$ **ELABORACION DE CLOROPRENE** $CH_2:CH.C:CH + HCl \longrightarrow CH_2:CCl.CH:CH_2$ **ELABORACION DE ACETATO DE VINILO** $C_2H_2 + CH_3.COOH \xrightarrow{\text{acetato de zinc carbón}} CH_2:CH.OO\,C.CH_3$	. Caucho GR-A = Buna N (copolimerización de acrilonitrilo + butandieno) . Fibras textiles (Orlon, Vinyon N) . Plásticos acrílicos . Esmaltes acrílicos . Caucho Neoprene GN = GR-M (por polimerización del cloroprene) . Plásticos vinílicos
D. CRACKING Y REESTRUCTURACION	**ELABORACION DE ACETILENO** $2CH_4 \longrightarrow C_2H_2 + 3H_2$ Proceso Wulff Manywood Cal. (Lummus)		

CUADRO 2

El *Cuadro Nº 2* resume los productos intermedios petroquímicos que se pueden elaborar con el *metano* y los principales procesos usados para tal fin.

El metano tiene grandes ventajas sobre el *coke* para la producción del *gas de síntesis* (monoxido de carbono e hidrógeno) con vapor de agua. Da un producto de mayor pureza y mayor proporción de hidrógeno y es de más fácil manipuleo. La mayor parte del metanol y del formaldehido se producen por reformación del metano. El formaldehido se emplea en su mayor parte en la industria de los plásticos *fenólicos* y de *úrea*.

La Fig. Nº 2 da un diagrama simplificado del *proceso «convencional»* para la elaboración de *amoníaco* partiendo del *gas de síntesis* al que se le agrega aire y se purifica hasta obtener la mezcla $3\,H_2 + N_2$ con las proporciones para sintetizar el amoníaco a elevada presión y temperatura con catalizador de óxidos metálicos en reacción exotérmica. En este proceso se consume aproximadamente 1.000 m^3 de metano para obtener 1 Ton. de amoníaco. Más del 80 % del amoníaco se elabora en EE. UU. con gas natural. Son plantas grandes de hasta 360.000 Tons. amoníaco por año.

La Fig. Nº 3 muestra en forma simplificada el *proceso de oxidación parcial* que se está empleando desde hace unos 5 años y está desplazando al *proceso convencional* antes citado. En este proceso no se parte del *gas de síntesis* sino que se *oxida* directamente en forma *parcial* el metano con oxígeno puro a 28 Atm. y se agrega una unidad Linde de separación del aire en oxígeno y nitrógeno que da ambos elementos puros para la oxidación parcial del metano y para la síntesis del amoníaco. En la reformación secundaria donde se convierte el CO en CO_2 con vapor de agua produciendo más hidrógeno, el nitrógeno no está presente. Esto y la mayor presión de conversión facilita la eliminación completa del CO. A continuacoón al eliminar el CO_2 con la unidad Girbotol (con M. E. A. = Monoetanolamina) está también ausente el nitrógeno y se dispone asimismo de mayor presión. Así ambos elementos el hidrógeno y el nitrógeno entran con mayor pureza a la síntesis del amoníaco.

El *amoníaco* se emplea para elaborar: 1) ácido nítrico, 2) sulfato de amonio, 3) Urea, 4) Isoprene, 5) acetato rayón. La ma-

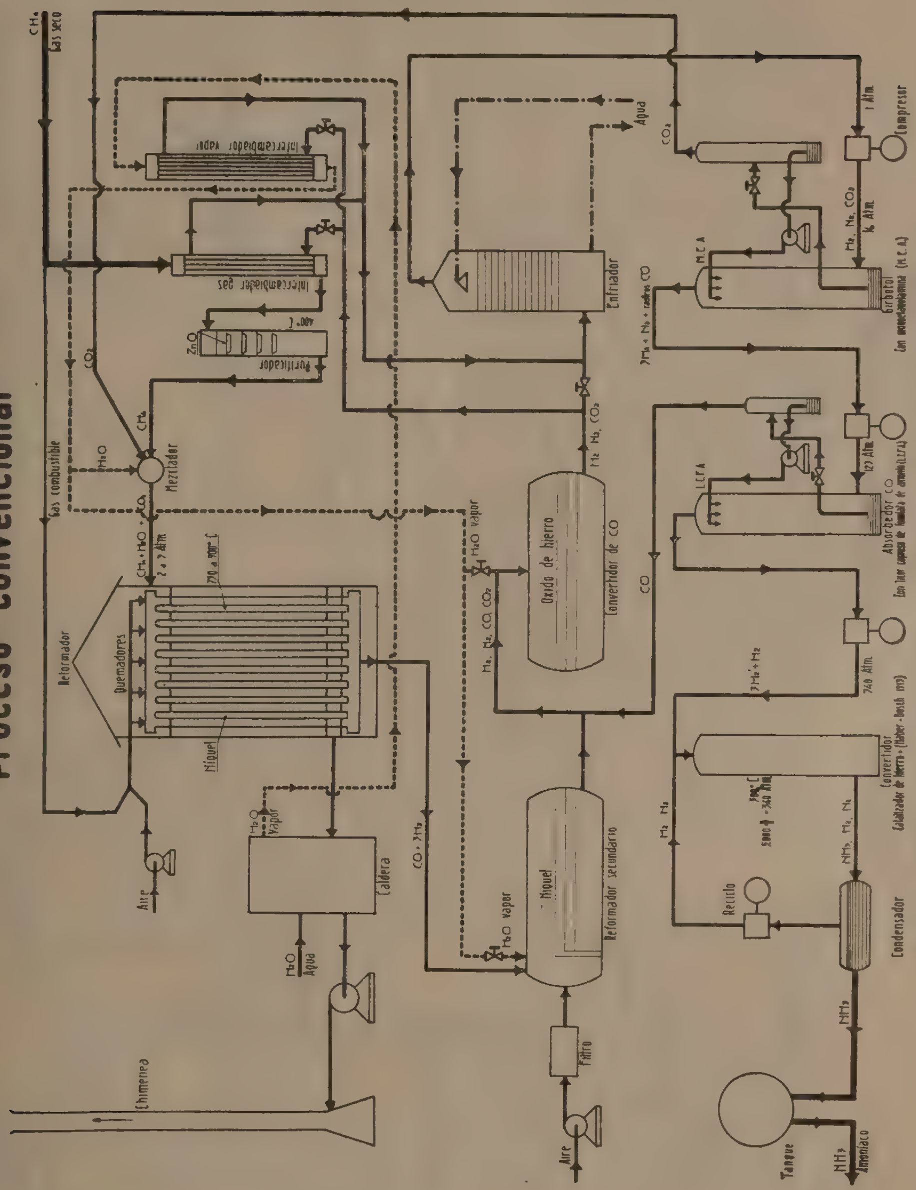

ELABORACION DE AMONIACO
Proceso convencional
Reformador
Quemadores
Niquel
Aire
Caldera
Agua
Vapor
Chimenea
Gas combustible
Mezclador
Purificador
Intercambiador gas
Intercambiador vapor
Enfriador
Oxido de hierro
Convertidor de CO
Reformador secundario
Filtro
Absorbedor CO
Girbotol
Compresor
Convertidor
Recirculo
Condensador
Tanque
Amoniaco

FIG. 2

ELABORACION DE AMONIACO

Proceso de oxidación parcial

Fig. 3

yor aplicación es para la preparación de *abonos* (Nitrato de amonio, Sulfato de amonio, amonio líquido). Siguen en importancia los plásticos de úrea, los explosivos, el caucho de isoprene y las fibras téxtiles de acetato rayón.

Por *clorinación* se obtienen del *metano,* 4 productos que en orden de volumen de empleo son el *tetracloruro de carbono,* el *cloruro de metileno,* el *cloruro de metilo* y el *cloroformo.* Los 3 últimos se obtienen por clorinación directa del metano con cloro anhidro en reactores térmicos contínuos. El tetracloruro de carbono se elabora partiendo del cloruro de metileno o del cloroformo en clorinadoras con presencia de luz (proceso Dow Chemical y proceso Lummus).

La *oxidación del metano* para elaborar *acetileno y cianuro de hidrógeno* representa un desarrollo muy reciente (de los últimos 5 años) en los Estados Unidos y está destinado a tener una enorme importancia en la industria química, pues se ha encontrado un nuevo camino para producir en grandes cantidades y a bajo precio esta valiosa materia prima para productos de síntesis.

Además, en este proceso se requiere oxígeno puro y por lo tanto queda nitrógeno disponible. Por otro lado al oxidar parcialmente el metano y producir acetileno, sobra hidrógeno también. Se tienen entonces los dos elementos para producir *amoníaco* el cual a su vez reaccionando con más metano y oxígeno produce *cianuro de hidrógeno* HCN. Con el cianuro de hidrógeno y el acetileno se sintetiza el *acrilonitrilo,* compuesto altamente reactivo y uno de los más notables bloques de síntesis de los últimos tiempos para las industrias de fibras acrílicas (Orlón, Acrilán, Dynel), para los cauchos sintéticos y para los plásticos acrílicos.

Por último recientemente se ha trabajado en el desarrollo de procesos para la elaboración de acetileno por *cracking del metano y reestructuración directa.*

Sabido es que el metano es el más estable de los compuestos orgánicos siendo químicamente inatacable y térmicamente muy difícil de someter a cracking. Para romper la molécula de metano se requiere muy alta temperatura y gran rapidez de exposición, pues para formar acetileno tienen que unirse los dos radicales CH y eliminarse rápidamente el hidrógeno sobrante antes que vuelva a hidrogenarse aquél reconstituyendo el metano. El proceso está aún en ensayos en escala semicomercial.

Cuando se consiga económicamente y en escala comercial esta conversión directa del *metano* en *acetileno*, será posible aplicar el mismo proceso para convertir también el metano en etileno, propileno y butadieno, produciendo así con esa gran fuente económica que es el metano, todos los diferentes bloques básicos para la fabricación de los diferentes cauchos y plásticos sintéticos.

En el *Cuadro Nº 4* se resumen las fuentes de provisión del etileno en tres: 1) el *gas de destilerías* lo contiene ya elaborado sin quererlo en los procesos de cracking especialmente en los de cracking catalítico, en una proporción en EE. UU. de un 14 % sobre el total de gas seco (C_1 y C_2) y de 10 % sobre el total de etileno usado en el país; 2) por cracking del etano separado del *gas natural;* esta fuente de provisión es como sabemos muy grande aunque hasta ahora solamente un 40 % del etileno se produce en EE. UU. de esta fuente y 3) por cracking del propano y de butano, utilizando así una parte del *gas líquido;* un 50 % del etileno usado en EE. UU. proviene de esta fuente.

El *Cuadro N 5* sintetiza los principales compuestos intermedios y finales elaborados con el *etileno* y los correspondientes procesos utilizados.

Un 27 % del etileno se emplea para elaborar *óxido de etileno*, por oxidación con aire o con oxígeno puro en presencia de un catalizador que contiene plata, o por tratamiento con ácido hipoclorhídrico. La mayor parte del óxido de etileno se convierte en *glicol etilénico* por hidrólisis en presencia de ácido sulfúrico diluído como catalizador. El glicol etilénico se consume en compuestos anticongelantes, en la preparación de resina alkyd, dinamita, solventes y fibras sintéticas. La segunda aplicación principal del óxido de etileno es la de hacerlo reaccionar con *cianuro de hidrógeno* HCN y deshidrar la cianohidrina de etileno resultante para formar *acrilonitrilo*.

Este camino del óxido de etileno para la elaboración de *acrilonitrilo* está destinado a ser reemplazado por el proceso mucho más directo con acetileno que vimos anteriormente, partiendo del metano, el cual es más abundante como materia prima que el etileno y debido también a que en ambos casos se requiere el metano para elaborar el cianuro de hidrógeno.

La tercera aplicación del óxido de etileno es la de hacerlo reac-

FUENTES DE PROVISION DE ETILENO

FUENTES	PROCESOS DE SEPARACION O PRODUCCION producción total en E.U. en 1955: 3.000 millones de lbs = 1.363.000 Kg.		
A. GAS DE DESTILERIA Gas residual C_1 y C_2: 60% C_1; 40% C_2 (⅓ etileno 14%; ⅔ etano 26%) En E.U.: 10% = 300 millones de lbs/año 0,4% del petróleo elaborado	SEPARACION a) **CON ADSORBENTE SOLIDO** . Gránulos carbón activado (carbón corteza de coco) . Perlas de sílice gelificada (Silica gel)	SEPARACION b) **CON ABSORBENTE LIQUIDO**	SEPARACION c) **POR DESTILACION FRACCIONADA A BAJA PRESION Y BAJA TEMP.** Puntos de ebullición: Etileno −104° C Etano −88° C
B. GAS NATURAL **CRACKING DEL ETANO** Gas seco C_1 y C_2: 85 a 90% C_1; 5 a 15% C_2 etano Rendimiento: 75-80% etileno En E.U.: 40% = 1.200 millones de libras	1) **SEPARACION DEL ETANO** Operación previa: Deshidratación completa con disecante sólido a) Absorción del etano con aceite a baja temperatura. (2 etapas) b) Enfriamiento en 3 etapas y destilación fraccionada		2) **CONVERSION DEL ETANO EN ETILENO** • CRACKING A 760° C a) En alambique tubular b) En cámara calentada con pedregullo circulante (Zirconio) c) En horno regenerativo (ciclos reactivos y regenerativos) • OXIDACION PARCIAL (en estudio y desarrollo)
C. GAS LICUADO L.P.G. **CRACKING DEL PROPANO** Conversión total Rendimiento: ~45% etileno **CRACKING DEL BUTANO N.** Conversión: ⅔ etileno, ⅓ butileno Rendimiento: ~35% etileno En E.U. 50% = 1.500 millones de libras.	1) **CRACKING DEL PROPANO** $3C_3H_8 \xrightarrow{750° C} C_3H_6 + 2C_2H_4 + C_2H_6 + H_4$ (propano → propileno + etileno + etano) Se recircula el etano solamente		2) **CRACKING DEL BUTANO NORMAL** $3C_4H_{10} \xrightarrow{700° C} C_4H_8 + 3C_2H_4 + 2CH_4 + H_2$ (butano → butileno + etileno + metano) No conviene recircular

CUADRO 4

COMPUESTOS ELABORADOS CON EL ETILENO

COMPUESTO	PROCESO	DERIVADOS	PRODUCTOS FINALES
A. OXIDO DE ETILENO CH_2—CH_2 (con O) 27% del etileno	a) **OXIDACION CON AIRE U O_2** $2C_2H_4 + O_2 \xrightarrow[149-319°C]{Plata} 2CH_2.O.CH_2$ b) **TRATAMIENTO ACIDO HIPOCLOROSO Y SODA C.** $C_2H_4 + ClOH \longrightarrow C_2H_4<^{OH}_{Cl}$ $C_2H_4<^{OH}_{Cl} + NaOH \longrightarrow CH_2.O.CH_2 + NaCl$	1) **GLICOL ETILENICO** $CH_2.O.CH_2 + H_2O \longrightarrow C_2H_4<^{OH}_{OH}$ 2) **ACRILONITRILO** $CH_2.O.CH_2 + HCN - H_2O - CH_2:CH.CN$ 3) **ETANOLAMINAS** $CH_2.O.CH_2 + NH_3 \longrightarrow HO.CH_2.CH_2.NH_2$	. Anticongelantes, solventes . Resinas, fibras sintéticas (Dacron) . Plásticos y fibras acrílicas . Tratamiento de gas (Extracción de azufre)
B. ETANOL (alcohol etílico) $CH_3.CH_2.OH$	**HIDROLISIS DEL ETILENO** a) Proceso líquido $C_2H_4 + H_2O \xrightarrow[80°C]{H_2SO_4\ conc.} CH_3.CH_2.OH$ b) Hidrólisis directa con vapor $C_2H_4 + H_2O \xrightarrow[190°C]{cataliz.\ sól.} CH_3.CH_2.OH$	1) **ACETALDEHIDO** $-H_2 + O_2$ $CH_3.COH$ 2) **ACETATO DE ETILO** 1) + O_2 + B $CH_3.COO.C_2H_5$ 3) **ACIDO ACETICO** 1) + 2 $CH_3.COOH$ 4) **ANHIDRIDO ACETICO** 1) + 2 $CH_3.COOC.CH_3$	. Pentacritritol. Revestimientos Butiraldehído N. . Hidrato de cloral - DDT . Acetato de vinilo - Plásticos . Acetato de celulosa y acetato butirato-Rayon
C. CLORURO DE ETILO $CH_3.CH_2Cl$ **CLORURO DE ETILENO** $Cl\,CH_2.CH_2Cl$ Dicloruro de etileno o dicloroetano	a) **CLORURO DE ETILO** . Tratamiento del etileno con HCl . Cloración directa del etano (en desarrollo) b) **CLORURO DE ETILENO** $CH_2:CH_2 + Cl_2 \xrightarrow{cataliz.} ClCH_2.CH_2Cl$	1) **TETRAETILO DE PLOMO** a) + NaPb 2) **MONOMERO ETIL CELULOSA** a) + celulosa + NaOH 3) **FLUIDO ETILICO** b) + bromuro de etileno 4) **MONOMERO CLORURO VINILO** con b $ClCH_2.CH_2Cl \xrightarrow[cracking]{400°C} Cl-CH=CH_2 + HCl$	. Antidetonante $(C_2H_5)_4Pb$ + flúido etílico . Plásticos de etil celulosa . Plásticos polivinílicos
D. ETIL BENCENO anillo: CH, HC, HC, CH, CH, $C.CH_2.CH_3$	**ALKILACION**: etileno + benceno a) Proceso de alta presión fig. 4 b) Proceso Freidel-Craft con cloruro de aluminio fig. 5	**ESTIRENO** a) Deshidrogenación $C_6H_5.C_2H_5 \xrightarrow[cataliz.]{600°C} C_6H_5CH=CH_2 + H_2$ b) Oxidación, hidrogenación, deshidratación Etil benceno + O_2 = metil . fenil . cetona + H_2 = = menil fenil carbinol - H_2O = Estireno	. Plásticos de poliestireno . Bakelita . Buna S = GR-S copolímero con butandieno
E. POLIETILENOS $(CH_2-CH_2)X$..... 300 mill. lbs = 136.000 tons. en 1955	a) **PROCESO DE ALTA TENSION** $CH_2=CH_2$ + pequeña dosis de O_2 y presión hasta 18.000 # = 1.220 Atm. 209° C. Reacción 35.000 # = 2.380 Atm. Enfriado a 260° máx. b) **PROCESO DE BAJA PRESION** Phillips Petroleum C° y Karl Ziegler	Desde ceras para impregnar, hasta plásticos duros como vidrio e infusibles. Polietileno común: fusión 115° C. Marplex: fusión 130° C. Irradiado con neutrones a 120° C, el común se vuelve infusible.	35% Film transparente 18% Caños petróleo y corrosivos 16% Conductores eléctricos 15% Artículos moldeados 12% Papel impregnado 4% Frascos y pomos . Marplex . Caucho polietileno con Cl
F. BROMURO DE ETILENO $BrCH_2.CH_2Br$ Dibromoetano	Análogo al del cloruro de etileno $CH_2:CH_2 + Br_2 \xrightarrow{cataliz.} BrCH_2.CH_2Br$	Aplicación en el flúido etílico para eliminar sales de plomo. 17,8% en el flúido etílico para nafta común. 35,63% en el flúido etílico para nafta de aviación.	

Cuadro 5

cionar con amoníaco para elaborar las *etanolaminas* (Mono-y Di-etanolamina) que se usan para el tratamiento de gas natural y del gas de destilerías para extraer el azufre.

El *etanol* (alcohol etílico) insume un 25 % del *etileno* en EE.UU. obteniéndoselo por simple hidración de éste, usando ácido sulfúrico concentrado como catalizador. Es un proceso mucho más económico que el de fermentación de productos secundarios de la agricultura. El 40 % del etanol se emplea para elaborar acetaldehido por deshidrogenación sobre catalizadores metálicos. El *acetaldehido* es la materia prima para obtener el pentacritritol, el butiraldehido y el ácido acético.

Un derivado interesante del etanol es el *hidrato de cloral* con el cual se elabora el insecticida D.D.T.

Por tratamiento del etileno con ácido clorhídrico se obtiene el *cloruro de etilo* que se emplea para la producción del *tetráetilo de plomo*. Otra aplicación importante del cloruro de etilo es la de hacerlo reaccionar con celulosa y soda caústica obteniéndose la etil celulosa, monómero importante para la industria de plásticos.

Haciendo reaccionar al etileno con cloro en estado líquido o gaseoso en presencia de un catalizador se obtiene el *cloruro de etileno,* cuya principal aplicación es la elaboración de *cloruro de vinilo* con el cual por polimerización se fabrican los *plásticos de de cloruro polivinílico* usados especialmente para impermeabilización de suelas de calzado, tejidos, empermeables, etc.

El cloruro de etileno interviene también junto con el *bromuro de etileno* en la preparación del *flúido etílico,* para eliminar las sales de plomo que genera el tetraetilo de plomo en los cilindros de los motores.

Por alkylación del etileno con el benceno a elevada presión con catalizador en lecho fijo, o por acción reversible de Freidel-Craft con cloruro de aluminio como catalizador, se elabora el *etil benceno.*

Prácticamente todo el etilbenceno es usado en la producción del *estireno,* por deshidrogenación a una temperatura de 550-660°C en presencia de vapor de agua y de un catalizador. También se obtiene el *estireno* siguiendo un camino diferente, seguido en el proceso de United & Carbon: el etilbenceno es oxidado produciendo Metil-fenil-cetona, la cual es luego hidrogenada para formar

Metil-fenil-carbinol, compuesto que sometido a deshidratación da el *estireno.*

El estireno polimerizado da los *plásticos de poliestireno* de gran aplicación como termoplástico para el moldeado a inyección de toda clase de accesorios eléctricos, artículos domésticos, juguetes, baldosas, etc. Se elaboran además varias *resinas* copolimelizando al estireno con otros compuestos.

Copolimerizando al *estireno* con *butadieno* en proporción de 1 a 3 se elabora el caucho sintético *Buna S* o G.R.S., que es el que más se parece en aspecto al caucho natural siendo superior a éste en resistencia al envejecimiento, aunque es muy similar en resistencia a la tracción y a la abrasión, elasticidad y rebote. Su aplicación principal es la fabricación de *cubiertas* para los neumáticos de automotores, las cuales con cierta mezcla de caucho natural son superiores a las que antes se fabricaban con el producto natural puro.

En los últimos seis años ha aumentado enormemente en EE. UU. la producción del *polietileno,* nombre general que se da a toda una gama de polimeros directos del etileno, que va desde un estado similar a la cera para impregnar papel y revestir superficies, hasta plásticos de elevado peso molécular y bajo peso específico, de gran flexibilidad y resistencia a los golpes y a la tracción. El plástico de polietileno se usa principalmente para la fabricación de film transparente para envolver comestibles, manteniendo su humedad y frescura; para la fabricación de cañería liviana y resistente a la corrosión; para el revestimiento de alambres y cables; para artículos moldeados; para revestimientos de toda clase y para frascos y pomos elásticos.

Los procesos para la elaboración de polietileno se mantienen relativamente en secreto entre la Imperial Chemical Industries Ltd. de Gran Bretaña y en Estados Unidos, la Carbide & Carbon Chemical Co., la Dow Chemical Co., la Du Pont de Nemours, la Monsanto Chemical Co., la Phillips Petroleum Co. y otras 5 ó 6 grandes compañías de la industria química pesada.

La mayoría son procesos de alta presión (1.200 kg/cm² inicial, 2.400 kg/cm² máximo), pero recientemente se están desarrolllando procesos más económicos de baja presión, entre ellos el de la Philllips Petroleum Co. en EE. UU. y el de Karl Ziegler en Alemania.

El inconveniente del polietileno común es su bajo punto de fusión de unos 110 °C por lo que se ablanda a una temperatura menor al punto de ebullición del agua. La Phillips ha conseguido elaborar polietilenos con punto de fusión de más de 150° C, que pueden ser usados para cañerías de agua caliente.

El *propileno* no es tan importante como el *etileno* en su uso como materia prima petroquímica, representando solamente un 43 % del etileno consumido en EE. UU. Los productos petroquímicos intermedios elaborados con el propileno son:

El *alcohol isopropílico o isopropanol* que se obtiene por hidración del propileno con ácido sulfúrico de 70 % de concentración a unos 70° C, siendo este alcohol la materia prima para obtener por oxidación la *acetona*. Se puede también elaborar acetona partiendo del etileno por reacción del etanol o del acetaldehido con vapor de agua sobre óxido de hierro activado por óxido de calcio, pero resulta más eficaz y económico el camino del propileno.

El *cloruro allyl* que se obtiene por clorinación substitutiva del propileno a alta temperatura y es la materia prima para la elaboración de la *glicerina* (llamada glicerol) que resulta mucho más pura y más barata que la glicerina producida por saponificación de grasas animales y aceites vegetales o por fermentación. Se ha podido así usar la glicerina para la elaboración de *resinas o plásticos del tipo alkyd.*

Los *óxidos de propileno* que se obtienen oxidando directamente al propileno en presencia de un catalizador. Ellos son el *acrolein* y el *ácido acrílico.*

Los *butilenos* son 3: el *isobutileno* y dos butilenos normales llamados *buteno 1* y *buteno 2.* En conjunto la cantidad de *butilenos* consumida en EE. UU., como materia prima petroquímica es mayor que la de propileno aunque inferior a la del etileno.

El *buteno 1* se obtiene por deshidrogenación catalítica del *buteno normal* y por ulterior deshidrogenación del buteno 1 se obtiene el *butadieno.* En el proceso de *deshidrogenación catalítica* de la Houdry Process Corp. se produce butadieno directamente del butano normal. Este proceso compite con el de la producción de *butadieno* partiendo del alcohol etílico o *etanol.*

Los principales productos finales que se elaboran con el *butadieno* son:

— El caucho sintético *Buna S* o G.R.S. como ya vimos por copolimerización con el estireno.

— El caucho sintético *Buna N* o G.R.A. por copolimerización con *acrilonitrilo.*

— Se emplea en la elaboración de *Nylon* como substituto del *benceno ciclohexano o furfural.*

— En la preparación de *pinturas de agua* para interior, los polimeros de butadieno y estireno se usan como látex.

— Resinas para capas protectoras se fabrican polimerizando butadieno sólo o con estireno y acrilonitrilo.

Ya vimos la importancia del Buna S o G.R.S. El Buna N o G.R.A. es el mejor caucho como resistente al petróleo, aceites, nafta y solventes. se les emplea en la fabricación de mangueras, correas de transmisión, etc.

Los dos butenos 1 y 2 sometidos a hidración en la presencia de ácido sulfúrico de 85 % de concentración forman *alcohol butílico secundario* que es un solvente para plásticos y esmaltes. Mejores solventes aún para tales objetos son la metil-etil-acetona y el *acetato butílico* secundario que se obtienen del *alcohol butílico* secundario por deshidrogenación o por reacción con ácido acético respectivamente.

El isobutileno también puede ser sometido a hidración en presencia de ácido sulfúrico más diluído, de 65 % de concentración, obteniéndose *alcohol butílico terciario.*

Deshidrando este alcohol butílico terciario se obtiene de nuevo *isobutileno* puro, usándose este proceso para purificar el isobutileno antes de pasarlo a los procesos de polimerización.

Los productos de polimerización del *isobutileno* tienen un significado considerable en la industria petroquímica. Hay tres caminos:

— *Polimerización con ácido sulfúrico* como catalizador para llegar a olefinas de elevado peso molecular. Se obtiene primeramente el *diisobutileno* o *disobutyl* que es un *octano* no saturado el cual por *hidrogenación* se convierte en el *isoctano* con antidetonancia «patrón» número 100.

Polimerizando el diisobutileno se obtienen *olefinas superiores* las cuales por alkylación con hidrocarburos aromáticos y ulterior sulfonación forman *detergentes*. Las mismas *olefinas* sin alkylar se pueden *sulfonar* y usar como agentes « mojadores » y detergentes.

El proceso «*oxo*» desarrollado en los últimos años permite hacer reaccionar las olefinas superiores con $CO+H_2$ a altas temperaturas y presiones para formar *alcohol monílico*, con el cual se elabora su *ácido ftálico* y *ester de ácido adíptico* que son plastizantes valiosos.

— *Polimerización directa del isobutileno*, usando *trifluoruro de borio* BM_3 como catalizador a temperaturas entre —40° C y —90° C bajo cero.

El *polibuteno* así obtenido, con un peso molecular entre 30.000 y 200.000, es químicamente inerte como el polietileno, pero tiene aspecto de goma y no de plástico. Se le usa como adhesivo, para aislación eléctrica y como *aditivo para aceites lubricantes* para mejorar su índice de viscosidad.

— *Copolimerización del isobutileno con el isopreno* para elaborar *caucho Butyl o G.R.I.*

El caucho butyl es unas 10 veces más impermeable al aire o gases que el *Buna S* y por eso es usado casí exclusivamente para fabricar las «*cámaras*» de neumáticos.

Los tres *aromáticos primarios*: *benceno, tolueno* y *xileno* se pueden producir económicamente en cantidades grandes y de alta pureza, en la elaboración de *gas de petróleo* utilizando fuel oil pesado como materia prima en hornos generadores. Este proceso produce también etileno, propilenos y butilenos y es indicado cuando se requiere la producción de gas de petróleo para cubrir las «puntas» diarias o afrontar los casos de emergencia.

En las *destilerías* se pueden producir los 3 aromáticos primarios seleccionando cortes que contengan un máximo de nafténicos C_6, C_7, C_8 y sometiéndolos a *reformación catalítica*.

El producto *reformado* obtenido pasa primeramente a una separación de todos los aromáticos que se efectúa por *extracción* con un *solvente selectivo* (por ejemplo *fenol*) y luego al fraccionamiento y la purificación del *benceno, tolueno y xileno*. Se obtiene además *etil benceno* que hay que separar al final del xileno.

Los productos intermedios petroquímicos, derivados del *benceno* son principalmente:

— El *etilbenceno* del cual ya hablamos, que tiene su principal aplicación en la elaboración del *estireno.*

— El *fenol* que se elabora utilizando 4 procesos distintos en Estados Unidos: Clorinación, Sulfonación, Raschig y Cumeno: El procesc que se elija para elaborar el *fenol* depende principalmente de factores locales que afecten al precio de los otros ingredientes que cada proceso requiere: cloro, ácido sulfúrico, ácido hidroclorídrico o propileno respectivamente. El proceso Cumeno parece ser en nuestro caso el más indicado por ser puramente petroquímico.

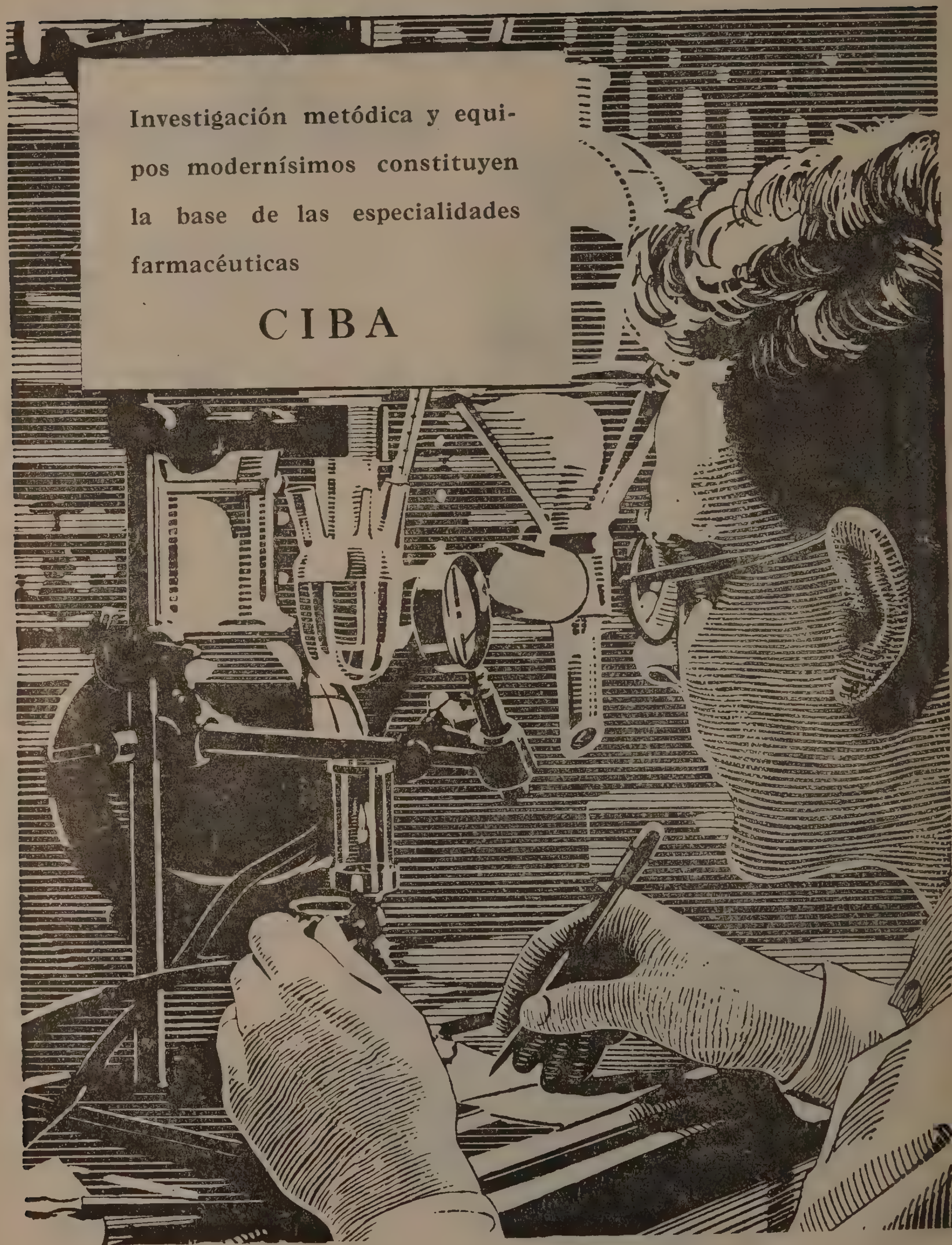
— El *anhídrido phtálico.*

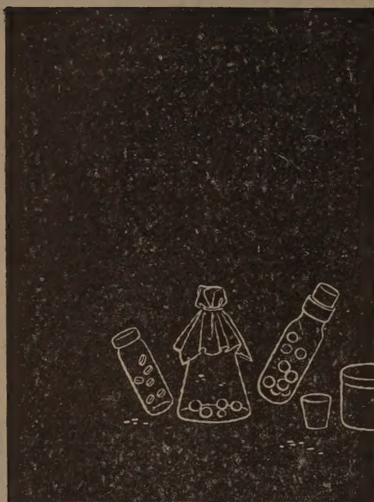
Es evidente la necesidad de desarrollar la industria petroquímica en nuestro país, en la cual estamos mucho más atrasados que en las demás actividades relacionadas con el petróleo. Es evidente que existe la posibilidad de hacerlo pues ella requiere emplear solamente un pequeño porcentaje de nuestra producción petrolífera, como materia prima, y se trata de procesos de gran rentabilidad económica.

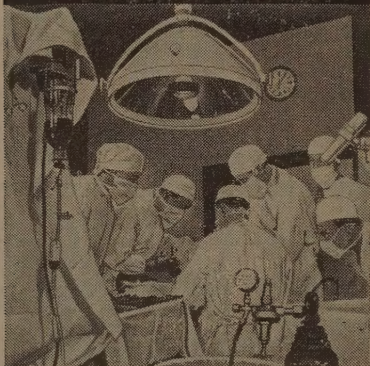
La única dificultad que existe para que se desarrolle una industria petroquímica vigorosa es la inseguridad de la materia prima, cuya provisión de la calidad adecuada, entregada en los lugares economicamente convenientes, en forma regular y continuada, a precios preestablecidos, depende en la actualidad directa o indirectamente del Gobierno Nacional, debido al predominio de Y.P.F. en la industria del petróleo y a las regulaciones estatales vigentes sobre importación, industrialización, distribución y venta del petróleo y los productos del petróleo.

Se requiere por lo tanto una ley especial de amparo y fomento de la industria petroquímica, que establezca la obligación por parte de Y.P.F. y demás empresas petroleras de vender preferentemente y proveer regularmente a toda mpresa elaboradora de productos petroquímicos intermedios, el gas natural, el gas licuado, y los cortes normales de petróleo, inclusive el fuel oil al precio corriente de combustible industrial, con la obligación por parte del comprador de usar dichos hidrocarburos exclusivamente para el consumo en su propia industria petroquímica, como materia prima y combustible.

Buenos Aires, Agosto 28 de 1957.


Investigación metódica y equipos modernísimos constituyen la base de las especialidades farmacéuticas
CIBA

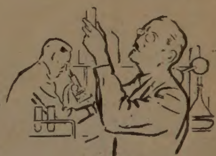




Negras riquezas en una blanca cruzada

Desde sus orígenes, la humanidad batalla contra las enfermedades. Y tan fructífera ha sido esa cruzada, que puede decirse que ya está a las puertas de la victoria. La ciencia farmacéutica moderna es la síntesis de esos esfuerzos, y en ella está contenido el aporte del petróleo.
Como base o complemento de centenares de preparados medicinales, se encuentran los derivados del mineral negro.





Al igual que en muchos otros campos, los Laboratorios de Investigación Esso también trabajan empeñosamente por multiplicar las aplicaciones del petróleo a la noble tarea de preservar la salud.